

Aus der Abteilung für Kieferorthopädie
(Leiter: Professor Dr. med. dent. Christian SCHULZE)
der Poliklinik für Jugendzahnheilkunde
des Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

Häufigkeit und Formvariabilität des
Tuberculum Carabelli

Dissertation

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Brigitte Scheffler
aus Berlin

1976



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546603_0062

Aus der Abteilung für Kieferorthopädie
(Leiter: Professor Dr. med. dent. Christian SCHULZE)
der Poliklinik für Jugendzahnheilkunde
des Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

Häufigkeit und Formvariabilität des
Tuberculum Carabelli

Dissertation

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Brigitte Scheffler
aus Berlin

Referent: Professor Dr. med. dent. Christian SCHULZE
Korreferent: Professor Dr. med. dent. Hans LENZ



Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches Zahn-, Mund-
und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin

Promoviert am 14.5.1976

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Beschreibung und Deutung des Tuberculum Carabelli anhand einer Literaturübersicht	3
2.1. Name	3
2.2. Größe, Form	7
2.3. Gradeinteilung	10
2.4. Ätiologie	13
2.5. Vorkommen, Häufigkeit, Deutung	24
2.6. Funktion, praktische Bedeutung	31
3. Eigene Untersuchungen	33
3.1. Material, Methode	33
3.2. Ergebnisse	35
3.2.1. Vorkommen, Varianten und Häufigkeit im Untersuchungsmaterial:	35
3.2.1.1. 780 Modelle von Kindern und Jugendlichen	35
3.2.1.2. 1.000 Modelle von Erwachsenen, Kindern und Jugendlichen	36
3.2.1.3. 220 Studentenmodelle	37
3.2.2. Balkenförmige Variante	39
3.2.3. Korrelatives Verhalten des Tuberculum Carabelli bei Plus- und Minusvarianten im Zahnbestand:	40
3.2.3.1. Plusvarianten	40
3.2.3.2. Minusvarianten	41
3.2.4. Seitenungleiche Ausbildung	43
3.2.5. Das morphologische Verhalten zwischen dem zweiten Milchmolaren und dem ersten Molaren in bezug auf das Tuberculum Carabelli	46
3.2.6. Korrelatives Verhalten des Tuberculum Carabelli zur Form der oberen mittleren Schneidezähne nach der Beschreibung von DIETZ (1944)	47
3.2.7. Geschlechtsdimorphismus	48
3.2.8. Zwillingsstudien	49
4. Diskussion	51
5. Zusammenfassung	59
6. Literaturverzeichnis	63
7. Tabellen- und Bildanhang	71

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit einer morphologischen Erscheinung an den Zähnen, die in der Literatur "Tuberculum Carabelli" oder "Tuberculum anomale Carabelli" genannt wird. Es handelt sich um ein akzessorisches Höckerchen, das in unterschiedlicher Form und Größe im Oberkiefer am mesiopalatinalen Höcker des zweiten Milchmolaren sowie des ersten, zweiten und dritten Molaren vorkommt.

Die Arbeit hat neben einer ausführlichen Literaturübersicht zum Ziel, einen Überblick über Häufigkeiten und Formvariationen im Patientengut der Kieferorthopädischen Abteilung der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin zu geben. Dabei sollen geprüft werden:

1. Die Häufigkeit des Merkmals bei der Bevölkerung von Berlin,
 2. seitenungleiche Ausbildung am selben Individuum,
 3. Konkordanzunterschiede zwischen mono- und dizygotischen Zwillingen,
 4. unterschiedliche Vorkommen in Populationen,
 5. Geschlechtsspezifität,
 6. Zusammenhänge zwischen Hyper- und Hypodontie im weitesten Sinne einerseits und Vorhandensein und Abwesenheit des Höckerchens andererseits,
 7. die Variante "balkonartige Vorwölbung" des Tuberculum Carabelli,
 8. der Zusammenhang zwischen der Form der oberen mittleren Schneidezähne und der Häufigkeit des Tuberculum Carabelli wie es DIETZ (1944) beschrieben hat,
 9. die morphologische Ähnlichkeit zwischen zweitem Milchmolaren und erstem Molaren in bezug auf das Tuberculum Carabelli,
- und

10. das Verhalten des Tuberculum Carabelli bei Zwillingen.

Da ich im zweiten Kapitel und in der Diskussion ausführlich auf die praktische und wissenschaftliche Bedeutung eingehe, die das Tuberculum Carabelli erlangt hat, möchte ich in dieser Einleitung nur kurz erwähnen, daß es signifikante Populationsunterschiede in der Häufigkeit des Merkmals gibt und daß anhand von Zwillingsuntersuchungen Hinweise auf Vererbung, ja sogar den Erbtyp möglich sind.

2. Beschreibung und Deutung des Tuberculum Carabelli anhand einer Literaturübersicht

2.1. Name

Das Tuberculum Carabelli ist eine morphologische Besonderheit am mesiopalatinalen Höcker (Protoconus) oberer Molaren und des zweiten oberen Milchmolaren, die sich als Höcker oder als "Mikroform" - das sind Fissuren, Grübchen oder Einziehungen an typischer Stelle - darstellt.

CARABELLI - sein voller Name lautet Georg Carabelli, Edler von Lunkasprie - hat diese Erscheinung 1842 beschrieben und seither trägt sie seinen Namen. Aus diesem Grunde halte ich es für angebracht, CARABELLI kurz vorzustellen. Dazu zitiere ich W. HOFFMANN-AXTHELM (1973) aus seinem Buch "Die Geschichte der Zahnheilkunde": "Georg Carabelli war ein echter Sohn des österreichischen Nationalitätenstaates. Stammesmäßig vom Vater her Italiener, wurde er von der ungarischen Mutter am 11.12.1787 in Budapest geboren und wirkte zeitlebens in Wien. Dort studierte er an der Universität Medizin und wurde chirurgisch ausgebildet an der militärärztlichen Akademie, dem Josephinum, als dessen Zögling er an den napoleonischen Kriegen von 1809 und 1813 teilnahm, zuletzt als "Primararzt des Zeltlagers". 1815 erhielt er das Doktorat der Chirurgie und wandte sich nun der Zahnheilkunde zu. Nach Friedensschluß vollendete er die Venia legendi für Zahnarzneykunde mit dem Titel des Professors. Durch unermüdliches wissenschaftliches Schaffen und eine ausgedehnte Privatpraxis erwarb sich Carabelli eine glänzende Stellung, die 1831 durch die Verleihung des ungarischen Erbadels, er war nun Edler von Lunkasprie, und 1833 durch die Ernennung zum Leibarzt des Kaisers Franz weiter gefestigt wurde. 1831 erschien der I. Band seines umfassend geplanten "Systematischen Handbuches der Zahnheilkunde", der eine "Geschichtliche Übersicht der Zahnheilkunde" enthält. Diese erste ausführliche, literarisch belegte Chronik des Faches, die sich wesentlich an

Kurt Sprengels 1819 beendeter "Geschichte der Chirurgie" orientierte, hat später manche Kritik erfahren. Doch muß man sich wohl J. Linderer anschließen, der 1851 von "unvermeidlichen Fehlern und Auslassungen" sprach. Im Todesjahr 1842 folgte als II. Band eine "Anatomie des Mundes" mit einem besonderen Tafelband. Darin ist das nach ihm benannte Tuberculum anomale Carabelli als ein "emaillierter Ansatzhügel (tuberculus anomalus)" beschrieben."

CARABELLIS vollständiger Text lautet: "Manchmal zeigt sich an der inneren Wand der Mahlzähne, besonders an jener des ersten, ein emaillierter Ansatzhügel (Tuberculus anomalus), welcher mit seiner Basis nahe an dem Hals des Zahnes entspringt und mit seiner Spitze etwas entfernt von der Krone frei in die große Mundhöhle steht." Diese Beschreibung ist anschaulich aber unvollständig.

KÖTZSCHKE (1953) beschreibt im zahnärztlich-klinischen Wörterbuch von H. Christian Greve das Tuberculum Carabelli so: "Tuberculum anomalum = ein Höckerchen von der Lingualfläche zwischen dem vorderen und dem folgenden Lingualhöcker des ersten oberen Molaren, dessen Spitze die Kaufläche fast nie erreicht." Auch diese Definition ist nicht vollständig.

Ich definiere das Tuberculum Carabelli als ein akzessorisches Höckerchen unterschiedlicher Form und Größe am mesiopalatinalen Höcker (Protokonius) der oberen Molaren sowie des zweiten oberen Milchmolaren. Daneben gibt es "Mikroformen". Das sind Falten, Fissuren oder Grübchen an entsprechender Stelle. Sie heißen Fovae oder Foveolae Carabelli.

Diese Beschreibung widerspricht in einigen Punkten den Ausführungen von KALLAY und KÖTZSCHKE. KALLAY (1966) hat in einer ausführlichen Studie darauf hingewiesen, daß überzählige Gebilde an Zähnen terminologisch differenziert werden müßten. Höcker, welche Dentin oder sogar Pulpa enthalten, sollten von Formationen, die sich auf den Schmelz beschränken,

unterschieden werden. Er hat folgende terminologische Unterteilung vorgeschlagen:

1. Das Tuberculum Carabelli ist ein gut ausgeprägter Höcker mit einer Dentinbasis.
2. Ruga adamantinea ist ein "Schmelzkörper" von unterschiedlicher Form, also auch eine Furche oder ein Grübchen.
3. Formatio supradentalis soll der Höcker mit oder ohne Wurzel heissen, der eine Pulpa aufweist.

Der Autor ist der Meinung, daß die verschiedenen Gebilde am mesiopalatalen Höcker oberer Molaren wegen ihrer anatomischen Verschiedenheit nicht ausschließlich als Tuberculum Carabelli oder dessen "Mikroform" bezeichnet werden sollten.

KALLAY hat sich damit den Vorstellungen KÖTZSCHKES (1953) angeschlossen. KÖTZSCHKE hat jedoch nur den Terminus "Grübchen" oder "Furche" im Zusammenhang mit dem Namen CARABELLI abgelehnt, weil CARABELLI ausschließlich einen Höcker beschrieben habe. Im Falle einer Verdickung des Protokonus oder von "Mikroformen" sollte man richtiger sagen: Das Höckerchen Carabelli kam nur schwach (oder andeutungsweise) zur Bildung."

Sowohl KALLAY als auch KÖTZSCHKE haben Unrecht. Bei vielen vererbten, quantitativ und/oder gar qualitativ variablen Merkmalen (Höcker, Grübchen) mit kontinuierlicher Variabilität handelt es sich um homologe Bildungen.

In der älteren Literatur hat das von CARABELLI beschriebene Höckerchen verschiedene Bezeichnungen gehabt. Es ist Carabellischer Höcker, Tuberculum impar, anomales Höckerchen, Tuberculum anomale Carabelli und Tuberculum anomalum genannt worden. E. KLEYMANN (1965) hat von einem Amerikaner PARANONGIAN berichtet, der die "warzenförmige Erhebung am oberen ersten Molaren Tuberculum Mibelli" nannte, während der französische Dermatologe SABOURAUD (1917) "die brust-

warzenähnliche Verdickung an der Innenfläche der ersten oberen Backenzähne mit Protubérance oder Eminence Mammilaire" bezeichnete.

Zu CARABELLI'S Definition "Tuberculus anomalus" hat DE JONGE (1958) bemerkt: "Immer noch begegnen wir wiederholt der Umschreibung Tuberculus Carabelli oder Tuberculus anomalus. Ein beinahe "historischer" Fehler, der darauf hinweist, daß CARABELLI ein besserer Anatom als Klassiker gewesen ist."

E. KLEYMANN (1965) hat erwähnt, daß von ABRAMOVITZ der Vorschlag kam, auf alle diese Bezeichnungen zugunsten des Terminus Tuberculum Carabelli zu verzichten, um Klarheit in die Nomenklatur zu bringen.

In der angelsächsischen Literatur finden sich die Termini Carabelli's cusp, tubercle oder trait.

Daß das Tuberculum Carabelli keine Anomalie ist, zumindest für Angehörige europider Populationen, beweist allein seine Häufigkeit. Häufigkeitsuntersuchungen gibt es in großer Zahl; darauf gehe ich noch ein. Deshalb hat vermutlich KRAUS (1967) in einem (vorläufigen) Report über morphologische Anomalien der Zähne bei mental gestörten Individuen unter 23 Anomaliearten das Tuberculum Carabelli nicht genannt.

Eine völlig neue Frage wirft DE JONGE (1962) auf, der eine Art Tuberculum Carabelli an Unterkiefermolaren beschreibt - ein seltenes Phänomen, das er an dreizehn unteren Weisheitszähnen und an vier zweiten Molaren entdeckt hat. Hier dürfte es sich um eine zwar ähnlich aussehende, aber nicht homologe Bildung handeln. Ich gehe deshalb nicht darauf ein.

2.2. Größe, Form

Das Tuberculum Carabelli kann in seiner Form von einer kleinen Eindellung (Fissur, Grübchen, Schmelzfalte) an typischer Stelle über eine kleine, kaum höckerförmige Verdickung des Protokonus bis hin zu einem frei in die Mundhöhle ragenden Höcker erheblicher Größe variieren.

MÜHLREITER (1891) hat schon die "Mikroformen" erwähnt. Er sagte, daß in der Mehrzahl der Fälle nur eine Neigung zur Bildung eines solchen "fünften" Höckers bestehe, die sich durch ein verschiedenartig entwickeltes Grübchen- und Furchensystem äußere. Auch BATUJEFF (1896) hat das Merkmal in seinen verschiedenen Abstufungen beschrieben.

In der Literatur wird häufig die Frage aufgeworfen, ob das Tuberculum Carabelli das Niveau der Kauebene erreichen kann oder nicht. ADLOFF (1928), SCHWARZ (1925), HJELMANN (1928), MÜHLREITER-JONGE (1920), DE JONGE (1958), DAHLBERG (1949), SCHULZE (1967) und DEVOTO (1969) waren der Meinung, daß es diese Größe erreichen kann. DEVOTO (1969) hat sogar in seiner Klassifizierung des Tuberculum Carabelli den größten Ausprägungsgrad von der Erreichung der Okklusionsebene abhängig gemacht.

BATUJEFF (1896), CARABELLI (1842), ZUCKERKANDL (1891), DE TERRA (1911), BOLK (1914), JEANSELME (1917), V. LENHOSSEK (1922) und KÖTZSCHKE (1953) wollen nie beobachtet haben, dass das Tuberculum Carabelli die Höhe der anderen vier Höcker erreicht. Leider gibt es dazu Aussagen, die Eindeutigkeit vermissen lassen. So hat DE JONGE (1958) beispielsweise geäußert: "Übrigens wechselt das Tuberculum Carabelli in seiner Entwicklung individuell stark. Es kann sich zu einem echten Kronenhöcker entfalten, der trotzdem fast immer ein wenig unter dem eigentlichen Kaubenenniveau bleibt."

SCHULZE, CHR. (1961) fand ein sehr großes Tuberculum an einem linken oberen M2 (Abb. 1) mit eigener Wurzel. Der größte von mir gefundene Höcker zeigte sich ebenfalls an

einem zweiten Molaren (Abb. 2 u. 3). Auch DE LA PARRA (1956) hat in Indonesien ein ungewöhnlich grosses, doppelhöckeriges Tuberculum Carabelli mit eigener Wurzel am zweiten Molaren beobachtet. In dem Zusammenhang erwähnte er, daß die lingu-
alen Tubercula der anderen Zähne keine besondere Entwicklung
gezeigt hätten. Dieser Hinweis erinnert an eine konträre Be-
merkung BOLKS (1913), es bestünde ein Zusammenhang zwischen
der Entwicklung des Tuberculum Carabelli und der palatinalen
Gestaltung der Frontzähne. Ich komme nach Darstellung meiner
Untersuchungsergebnisse darauf zurück.

KÖTZSCHKE (1953) hat aufgrund von Untersuchungen an thürin-
gischen Schulkindern und Erwachsenen geschlossen, daß das
Tuberculum Carabelli in der Größe, wie es CARABELLI beschrie-
ben hat, nur selten auftrete, höchstens in 2 - 3% der Fälle.
Dabei habe CARABELLI einen zwar kräftigen, nach den Gradein-
teilungen der verschiedensten Autoren - auf die ich noch
eingehe - aber nur mittelgroßen Höcker abgebildet. Der kommt
in meiner Untersuchungsgruppe "Sechsjahrmolar" in 7% der
Fälle vor. Diesen Hinweis halte ich schon hier für angebracht,
weil KÖTZSCHKE - aus welchen Gründen auch immer - mit seiner
Bemerkung den Eindruck zu erwecken versucht, es gäbe keine
populationsbedingten Unterschiede.

SCHULZE, CHR. (1961) hat darauf aufmerksam gemacht, daß sich
der ganze Zahnumriß bei stärkerer Ausprägung des Tuberculum
Carabelli verändern kann. Es ragt dann in Zahnhalshöhe bal-
konartig aus dem Niveau des übrigen Zahnes heraus oder ver-
ursacht eine Vergrößerung des Protokonus. Auf diese Variante
gehe ich in einem besonderen Kapitel ein.

COX (1966) glaubt sogar beobachtet zu haben, daß Fluor einen
Einfluß auf die Größe des Tuberculum Carabelli nehmen könnte.
Er hat an Kindern aus Newsbury (USA) bei einer siebenjährigen
"fluoride experience" wahrnehmen können, daß "fluoride at
the level of 1,0 p.p.m. causes an increase in the size of
the cusp of Carabelli."

SCHWARZ, R. (1925) hat bei Forschungen in Neukaledonien ein Tuberculum Carabelli besonders häufig an Weisheitszähnen gefunden, während dieser Zahn sonst höchst selten ein Höckerchen aufweist. "Es erreichten einige die Kaufläche und zeigten deshalb starke Abkautung. Bei einem nicht abgekauten dritten Molaren ist es sogar das höchste Höckerchen." Er hat in dieser Population mehrfach auch eigene Pulpenhörner beobachtet.

2.3. Gradeinteilung

Ich habe schon erwähnt, daß der größte Teil der Autoren (z.B. BATUJEFF 1896, BOLK 1914, VRAM 1897 und DE JONGE 1958) nur zwischen einem Carabellischen Höcker und Foveolae Carabelli unterschieden hat. Populationsuntersuchungen erfordern jedoch eine differenziertere Unterteilung. In der Literatur finden sich darüber die verschiedensten Angaben. Nachstehend gebe ich eine Zusammenfassung. Alle Angaben stammen aus der Zeit nach 1945.

1. DAHLBERG (1949): 8 Abstufungen

1. completely smoothe
2. uninvolved surface
3. pit
4. single furrow
5. double furrow
6. cuspsize one
7. cuspsize two
8. cuspsize three

2. JØRGENSEN (1957): 7 Abstufungen

1. tubercle type a
2. tubercle type b
3. tubercle type c
4. furrow
5. cusp
6. welt
7. pit

3. KRAUS (1957): 5 Abstufungen

1. pronounced tubercle
2. slight tubercle
3. groove
4. pit
5. absence

4. KEENE (1968): 5 Abstufungen

1. smooth lingual surface, no pits, grooves or cusps
2. variable pits, grooves, or depressions, no cusps
3. slightly developed cusp
4. moderately developed cusp
5. large cusp

5. DEVOTO (1969): 5 Abstufungen

1. Grad 0 - kein Tuberculum Carabelli
2. Grad 1 - Furche an der palatinalen Fläche des Protokonus
3. Grad 2 - Fissur an der gleichen Stelle
4. Grad 3 - Höcker, der die Okklusionsebene nicht erreicht
5. Grad 4 - Höcker, der die Okklusionsebene erreicht

6. M. REINERS-KARSCH (1964): 6 Abstufungen

1. Grad 0 - Zähne ohne jede Andeutung des Tuberculum Carabelli
2. Grad 0+ - Zähne mit leichter Eindellung oder Vorwölbung ohne deutliche Höckerabsetzung an typischer Stelle
3. Grad 1 - Zähne mit Grübchen oder Fissur
4. Grad 2 - Zähne mit kleinem Tuberculum Carabelli
5. Grad 3 - Zähne mit mittlerem Tuberculum Carabelli
6. Grad 4 - Zähne mit großem Tuberculum Carabelli

7. E. KLEYMANN (1965): 5 Abstufungen

1. Grad 0 - keinerlei Anzeichen einer Höckerbildung
2. Grad 1 - durch Schmelzeinziehung Andeutung einer Höckerbildung
3. Grad 2 - kleines durch fissurenähnliche Schmelzeinziehung abgetrenntes Höckerchen
4. Grad 3 - mittelgroßes Höckerchen mit selbständigem Charakter
5. Grad 4 - großer massiv wirkender Höcker

In eigenen Untersuchungen habe ich die Einteilung von M. REINERS-KARSCH (1964) verwendet. E. KLEYMANN (1965) hat ihre Gradeinteilung ebenfalls in Anlehnung an die von M. REINERS-KARSCH formuliert, verzichtet aber auf die Differenzierung der "Mikroformen" und weist besonders darauf hin, daß sie von der "herkömmlichen Bezeichnung "Carabellisches • Grübchen" für Grad 1 bewußt abgewichen" ist, "da man zwangsläufig nicht einen Höcker mit einem Grübchen bezeichnen kann."

Ich habe schon anlässlich der Definition des Tuberculum Carabelli darauf hingewiesen, daß die "Mikroformen" nicht von allen Autoren gleichartig beurteilt worden sind.

2.4. Ätiologie

Ob das Tuberculum Carabelli als eine phylogenetisch "progressive" oder "regressive" Erscheinung anzusehen sei, hat früher viele Autoren beschäftigt.

ADLOFF (1908), der das Tuberculum Carabelli zunächst für eine progressive Bildung hielt, sich später aber der Regressions-theorie von COPE (s.u.) anschloß, hat behauptet: "Alle Tatsachen sprechen dafür, daß wir es nicht mit einer gelegentlich auftretenden Variation oder mit einer progressiven Bildung zu tun haben, sondern daß der "fünfte" Höcker ein ursprünglich normaler Bestandteil der menschlichen Molaren ist, der im Laufe der Stammesgeschichte der Reduktion anheimgefallen und dessen Rückbildung noch nicht beendet ist." Ferner sagte er: "Bei den spezialisierten Krapina-Menschen schon ist dieses Höckerchen bereits im höheren Grade der Reduktion anheimgefallen."

COPE (1889) ist der Meinung gewesen, daß das Tuberculum Carabelli einen primitiven Bestandteil der Primatenzähne darstellt, der bereits bei den Lemuren vorhanden ist: "This character is decidedly lemurine. It may be regarded as a survival or as a character which has persisted from the "proanthropus", which was itself immediately derived from lemurine ancestors."

SOBIESZANSKI (1929) hat das Tuberculum Carabelli aufgrund seiner Untersuchungen für ein Rudiment gehalten. "Er sah es als ein Organ an, daß sich analog anderer Organe unseres Körpers nach und nach verliert", (zit. nach E. KLEYMANN, 1965)

KÖTZSCHKE (1953) hat sich ganz der späteren Meinung ADLOFFS angeschlossen und die "Mikroformen" des Tuberculum Carabelli für den Ausdruck von Rückbildungserscheinungen gehalten. Vorkommen von Grübchen bei Sinanthropus (Präneanderthalmensch) und fossilen Orangs sowie Höcker bei fossilen Lemuren waren

für ihn der Beweis, daß das Tuberculum Carabelli schon seit langem in der Rückbildung begriffen ist und daß es sich keinesfalls um eine Erscheinung handelt, die erst beim rezenten Menschen seine volle Entfaltung erfahren hat.

BATUJEFF (1896) hat das Tuberculum Carabelli dagegen für ein progressives Merkmal gehalten und zwar deshalb, weil es am häufigsten an den ersten Molaren und sehr viel seltener am zweiten und dritten Molaren gefunden wird und öfter bei "höheren" als bei "niederen Rassen". Er hat sogar die gegenüber Affen stärkere Entwicklung beim Menschen als eine Art Kompensation für den angeblich zunehmenden Verlust des Weisheitszahnes gehalten, also im Sinne einer Kauflächenvergrößerung gedeutet.

KALLAY (1957) sprach von einer progressiven Bildung, weil ein Merkmal mit Häufigkeitszunahme für eine "Degeneration" nicht wahrscheinlich sei.

H. VIRCHOW (zitiert nach KÖTZSCHKE 1953) ist bei der Beschreibung der Backenzähne des Kinderkiefers von Ehringsdorf - eines Hominiden der Neanderthalstufe - zu der Schlußfolgerung gekommen, daß das Tuberculum Carabelli eine Bildung ist, die früher nur sporadisch zur Ausbildung gelangte und erst beim rezenten Menschen häufiger vorkäme.

GORJANOVIC-KRAMBERGER (1906) hat das auch vermutet, denn er fand an fast allen ersten Molaren der Krapina-Kiefer, gelegentlich auch am zweiten, das Tuberculum Carabelli. Daraus hat er abgeleitet, daß das Merkmal noch in Entwicklung begriffen sei und erst beim rezenten Menschen in höherem Maße ausgebildet werde.

DE JONGE (1967) hat das Tuberculum Carabelli dagegen in Übereinstimmung mit BOLK (1913) nur als "morphologische Progressivität" bezeichnet und gemeint, es fehle "jeglicher evolutiver Hintergrund" bzw. eine kausale Beziehung zwischen

Agenesie der M3 und dem Fehlen eines Tuberculum Carabelli an M1 und M2.

DE TERRA (1911) hat im Tuberculum Carabelli eine "Tendenz zur Vergrößerung der Kaufläche" gesehen, also auch ein Merkmal mit progressivem Aspekt. Bei zahlreichen Affen sollen alle drei Molaren betroffen sein, beim Menschen nur der erste.

SABOURAUD (1917), einem französischen Dermatologen, blieb es vorbehalten, das Tuberculum Carabelli sogar für ein wesentliches klinisches Zeichen der konnatalen Lues zu halten und eine entsprechende Therapie einzuleiten, sobald das Höckerchen gefunden wurde.

BOLK (1913), der in seinen "Odontologischen Studien" (1913/14) ausführlich auf das Tuberculum Carabelli eingegangen ist, hält es weder für eine primitive noch für eine progressive Bildung. Seiner Meinung nach sei es ein Irrtum von COPE gewesen, das Tuberculum Carabelli nur deshalb für eine primitive Erscheinung zu halten, weil es auch bei Lemuren entwickelt ist und ein Irrtum von ADLOFF, das (angebliche) Fehlen bei den Anthropoiden sowie das häufige Auftreten beim Menschen als ein wichtiges Moment zur Unterscheidung von Menschen und Menschenaffen anzusehen. "Doch auch als progressive Bildung in dem Sinne, welcher daran gewöhnlich in der phylogenetischen Literatur gegeben wird, kann das Höckerchen nicht gelten. Nur in bezug auf die Form des Zahnes und dessen Funktionsfähigkeit darf man es als progressiv bezeichnen, denn es ist die Äußerung einer mehr kräftigen Entwicklung und trägt gewiß zur Vergrößerung der Kaufläche beim Menschen und bei Lemuren bei. Ob gerade hierin die Ursache des Auftretens gesucht werden darf, möge dahingestellt sein."

Zur Behauptung BATUJEFFS, das Tuberculum Carabelli sei ein Ersatz für M3, hat BOLK geäußert: "Die Tatsache, daß auch beim menschlichen zweiten Milchmolaren die Bildung sehr häufig ist, ist an sich schon wenig günstig für eine solche

korrelative Beziehung."

Um nun BOLKS eigene Erklärung, daß Tuberculum Carabelli sei eine rudimentär entwickelte dritte Zahngeneration (Tritomer), verstehen zu können, ist es notwendig, auf verschiedene Theorien über die Entstehung des Säugerzahnes kurz einzugehen. Diesen Theorien ist gemeinsam, daß sich das Säugergebiß aus dem Reptiliengebiß entwickelt hat, da im Laufe der Phylogenese die Säugetiere aus den Reptilien hervorgegangen sind.

1. Konkreszenztheorie

KÜKENTHAL (1892), AMEGHINO (1907), RÖSE (1907), BATUJEFF (1896), ADLOFF (1916) u.a. sind - wenn im einzelnen auch etwas verschieden - der Meinung gewesen, daß Säugerzähne sich durch Verschmelzung (Konkreszenz) einfacher (haplodonter) Reptilienzähne gebildet haben. Danach entspricht jeder Höcker des Säugerzahnes einem Kegelzahn der Reptilien. Formdifferenzen der Zähne sind auf verschiedenartige Verschmelzung zurückzuführen.

2. Differenzierungstheorie nach COPE-OSBORN

Beide Autoren haben in einer Reihe von Publikationen (1888, 1892, 1907) vier Prinzipien hinsichtlich der Entstehung des Säugerzahnes aufgestellt. Da sie sich auf fossiles Material stützen, werden sie, wenn auch modifiziert, heute allgemein anerkannt.

Erstes Prinzip: Primitiver Dreihöckertyp

COPE hat 1879 in Neumexiko die ältesten fossilen Säugetiere (Tertiär) gefunden, bei denen ungeachtet der Unterschiedlichkeit der Tiere und ihrer Freßgewohnheiten alle Molarenkronen im Ober- und Unterkiefer drei Haupthöcker aufwiesen, die triangel förmig angeordnet waren. COPE hat diesen Zahn den "tritubercular type" genannt und festgestellt, daß dieser Zahn "ancestor" vieler wenn nicht aller höheren Molarentypen

sei.

Zweites Prinzip: Abkunft des "tritubercular type" vom einhöckrigen Reptilienzahn.

Der Dreihöckertyp hat sich aus einer einhöckrigen, konischen Reptilienurform während des Mesozoikums durch Addition seitlicher "Dentikel" entwickelt.

Drittes Prinzip: Differentiation

Allmähliche Addition neuer "Dentikel" und Höcker an den Seiten des originären Reptilienhöckers.

Viertes Prinzip: "Palaeontological theory" zum Dreihöckertyp

Bei den unteren Molaren ist der primäre Reptilienhöcker bukkal gelegen, die beiden "Dentikel" lingual; bei den oberen Molaren umgekehrt: der Haupthöcker also palatinal, die Nebenhöcker vestibulär.

3. Dimertheorie von BOLK

Nach BOLKS eigenen Angaben nimmt die Dimertheorie (auch Konzentrationstheorie genannt) eine Mittelstellung zwischen den beiden vorerwähnten Theorien ein: Der ursprünglich ein-spitzige (haplodonte) Reptilienzahn, der nach allgemeiner Ansicht allein als "Urahn" des Säugerzahnes infrage kommt, ist bereits beim Reptil mehrspitzig geworden, meist trikonodont. Diese Mehrspitzigkeit ist also bereits Folge einer Differenzierung, nicht einer Konkreszenz mehrerer Reptilienzähne gewesen. Der Säugerzahn soll nach BOLK nun durch Verwachsung von zwei dreispitzigen Reptilienzähnen entstanden sein, die zu zwei aufeinanderfolgenden Generationen der gleichen Reihe gehört haben (Abb. 4). Die ältere Generation hat BOLK Protomer genannt, die jüngere Deuteromer. Die sagittale Vielhöckrigkeit der Säugetierzähne sei somit von der Reptilienstammform ererbt, die transversale "erworben" worden. Der

Urzahn der Säuger ist nach BOLK ein dimeres, sechshöckriges Gebilde gewesen. Formunterschiede der einzelnen Zähne waren die Folge weiterer Differenzierungen zwecks Anpassung an die Funktion; und aus den Zähnen der ersten Reihe wurden die Milchzähne, aus den Zähnen der zweiten Reihe die Ersatzzähne. BOLK nennt das "Reihenwechsel".

BOLK ist nun der Meinung gewesen, daß die Bildungsstätte neuer Zahngenerationen beim Säugerzahn nicht völlig inaktiv geworden ist. Er hat im Cingulum "die zu einem bandartigen Emaillestreifen konzentrierte Anlage aller folgenden Zahngenerationen" erblickt. "Eine evtl. dritte Generation müßte sich natürlich bei völliger Ausbildung an der lingualen Seite des Deuteromers finden. Sollte eine solche Entwicklung wirklich stattfinden, dann war der Zahn nicht länger ein dimeres, sondern ein trimeres Gebilde, und das neu hinzukommende "Odontomer" würde neben dem Protomer und dem Deuteromer als "Tritomer" seine Stelle einnehmen. Ich glaube nun, daß das Carabellische Höckerchen in der Tat die Manifestation des Tritomer ist." Diese Deutung sollten noch drei weitere Gründe stützen:

1. Die Lage des Höckers. Sie entspricht der in gerader Linie hintereinander liegenden Zahngenerationen bei den polyphyodonten Vertebraten.
2. An Gebissen, an denen das Tuberculum Carabelli kräftig entwickelt ist, ist in vielen Fällen das Deuteromer der weiter vorn liegenden Zähne ebenfalls stärker ausgebildet als normal. Ich komme darauf zurück.
3. BOLK hat im histologischen Präparat des Schmelzorgans von Molaren "Schmelzsepten" beschrieben. Sie teilten das Schmelzorgan nach seiner Ansicht in zwei Abschnitte, in ein Protomer und ein Deuteromer. Ein weiteres Septum soll nun noch einen kleinen Abschnitt für das auf das Deuteromer folgende Tritomer abteilen.

BOLKS Dimertheorie und seine Deutung des Tuberculum Carabelli als Tritomer, auf die ich ihrer historischen Bedeutung wegen ausführlicher eingegangen bin, wird durch keinerlei fossiles Material belegt; seine histologische Beweisführung ist von MEYER (1932) eindeutig widerlegt worden, und zwar mit der Feststellung, daß Schmelzsepten im Schmelzorgan nicht existieren. MEYER hat anhand von Serienschnitten im Schmelzorgan lediglich einen Schmelzstrang nachgewiesen, der sich nicht als Stütze der Dimertheorie verwenden läßt. BOLKS Deutung des Tuberculum Carabelli steht und fällt aber mit seiner Dimertheorie. Somit bleibt lediglich die Vermutung, daß sich das Tuberculum Carabelli formal vom Cingulum herleitet, was auch SCHULZE (1961) und KOSTALOGLU (1962) für möglich halten.

KALLAY (1957) hat dagegen Beziehungen zwischen Cingulum und Tuberculum Carabelli bestritten mit der Begründung, daß das Tuberculum Carabelli sich immer "hoch" am Protokonus oberhalb des Gingivalrandes befinde. Zwischen Cingulum und Höcker läge eine freie Fläche. "Wenn der Carabellische Höcker aus dem Cingulum hervorgehen würde, müßte er seine Lage am Schmelzrand oberhalb des Zementes haben. Das ist aber nicht der Fall, da er nicht am Schmelzrand liegt." KALLAY ist deshalb der Meinung, daß das Tuberculum Carabelli sich durch "äußere Schmelzumbildung des Protokonus" der oberen Molaren stufenweise entwickelt habe und je nach Entwicklungsgrad als Höcker oder Grübchen erscheine.

In den letzten Jahren wurde das Tuberculum Carabelli von vielen Autoren unter dem Gesichtspunkt der Vererbung diskutiert. SCHULZE (1967) hat geäußert, daß es sich um ein erbbedingtes Merkmal handele, dessen Erbtyp noch nicht sicher feststünde. Eine ähnliche Ansicht hat TURNER (1967) veröffentlicht: "The varying frequencies of the tubercle of Carabelli demonstrate its hereditary basis but do not reveal its mode of inheritance." KRAUS (1951) hat aufgrund seiner Sippen- und Zwillingsforschung bei mexikanischen und Papago-Indianern die Hypothese aufgestellt, daß das Tuberculum

Carabelli von zwei dominanten autosomalen Allelen determiniert wird. Kein Tuberculum Carabelli oder ein deutlich ausgeprägter Höcker im Phänotyp lassen auf eine jeweils homozygote Konstellation schliessen, während den "Mikroformen" des Tuberculum Carabelli jeweils ein heterozygoter Genotyp zugrunde liegen soll. Für SCHULZE ist dagegen "polygene Vererbung wahrscheinlicher als monogene, da es sich bei Weißen um ein außergewöhnlich häufiges und quantitativ variables Merkmal handelt. Daneben spielen vermutlich auch exogene Einflüsse eine Rolle, wie aus der häufigen Ungleichheit zwischen links und rechts und der gelegentlichen Einseitigkeit hervorgeht."

TURNER (1967) hat versucht, den von KRAUS (1957) angenommenen Vererbungsmodus anhand einer Schädelammlung der PAN-Artic-Serie, die zwischen 70 und 150 Generationen umfasste, zu bestätigen. Er ist der Meinung, daß das Vererbungsmodell von KRAUS nur ein angenähertes sein kann, da es verschiedene Modifikationen der "Mikroformen" gibt und Höcker in Form und Grösse variieren. Die Theorie von KRAUS sei zur Zeit allerdings "adequate to explain in simple terms the major variation. Modifying effects by other genes is an other possible consideration."

Auch einfache dominante bzw. rezessive Vererbung des Tuberculum Carabelli ist angenommen worden (KORKHAUS 1930, TSUJI 1958). Sie kommt aber kaum in Betracht, weil die Variabilität der Ausprägungsgrade und die populationsspezifischen Häufigkeitsverteilungen so nicht erklärbar sind.

BIGGERSTAFF (1973) hat aufgrund von Zwillingsuntersuchungen nun die Ansicht geäußert, daß das Tuberculum Carabelli überhaupt keinen "hohen Grad der Vererbbarkeit" besitze, denn Seitenvergleiche homologer Zähne und Kreuzvergleiche (M1 rechts von Zwilling A mit M1 links von Zwilling B) hätten keine signifikante Differenz zwischen Mono- und dizygotischen Zwillingen gezeigt. Höhere Konkordanz bei eineiigen Zwillingen wurde lediglich bei Betrachtung der korrespon-

dierenden Zähne (M1 rechts von Zwilling A verglichen mit M1 rechts von Zwilling B) notiert, so daß nach Meinung des Autors davon ausgegangen werden könne, daß "sidedness" ein Parameter sei, mit dem bei künftigen genetischen Modellen gerechnet werden müsse. Ein Sexual-Dimorphismus bestehe ebenfalls nicht.

Im Unterschied dazu haben ZAAZOU und EL-NISR (1973) aus unterschiedlichen Konkordanzraten bei monozygoten und dizygoten Zwillingen auf Erbbedingtheit des Tuberculum Carabelli geschlossen:..."complete dissimilarity occurred only in dizygotic twins ... This is a strong evidence that the first permanent molar pattern and the cusp of Carabelli are hereditary conditioned characters."

Unter Berücksichtigung des Ergebnisses bezüglich der Spiegelbildlichkeit des Merkmals von BIGGERSTAFF möchte ich erwähnen, daß KEENE (1968) bei Zwillingsuntersuchungen über die Anlage der Weisheitszähne zu dem Ergebnis gekommen ist, daß monozygotische Zwillinge hauptsächlich dann diskordant sind, wenn das Geburtsgewicht differiert. Es erhebt sich somit die Frage, ob auch die Variabilität des Tuberculum Carabelli durch das Geburtsgewicht beeinflußt wird.

GARN (1966) hat an Erwachsenen und Kindern kaukasischer Abstammung aus Ohio demonstriert, daß das Tuberculum Carabelli keinen Sexualdimorphismus zeigt und daß es deshalb bei Populationsuntersuchungen ohne Differenzierung der Geschlechter ausgewertet werden kann. Allgemein war jedoch die Konkordanz zwischen Bruderpaaren etwas höher als zwischen Schwesterpaaren.

Bezüglich der Korrelation mit anderen Merkmalen haben GARN (1966), MOORREES (1957) und DE JONGE (1967) behauptet, das Tuberculum Carabelli sei unabhängig von Höckeranzahl, Höckerrelief, Zahngröße und Zahnanzahl. KORENHOF (1960), BOLK (1913), KEENE (1965 und 1968) und HIRAKAWA (1940) sind dagegen der

Meinung gewesen, daß das Tuberculum Carabelli mit der Kronenbreite (größter Mesio-Distalabstand), der Höckeranzahl, der Anlage des Weisheitszahnes und/oder der Zahngröße korreliere. Im einzelnen haben die Autoren geäußert:

1. GARN (1966): das Carabelli-Merkmal ist genetisch unabhängig von der Anzahl der Höcker, dem Höckerrelief und der Zahngröße. Zur Bestimmung der Zahngröße ist der größte Mesial-Distalabstand der Krone gemessen worden.
2. MOORREES (1957): das Vorkommen und der Ausprägungsgrad des Tuberculum Carabelli ist unabhängig von der Anzahl der Höcker.
3. KORENHOF (1960): bei Malayen ist mit Zunahme der Kronenlänge ein größerer Ausprägungsgrad des Tuberculum Carabelli vorhanden.
4. BOLK (1913): eine höhere Merkmalsfrequenz ist bei vierhöckrigen zweiten oberen Molaren (12,3%) gegenüber dreihöckrigen (1,7%) vorhanden.
5. KEENE (1965 und 1968): verminderte Größe und abnehmende Häufigkeit des Tuberculum Carabelli sind mit Agenesie des Weisheitszahnes und/oder Dreihöckrigkeit des zweiten Molaren korreliert.
6. DE JONGE (1967): es ist kein solcher Zusammenhang festzustellen.
7. HIRAKAWA (1940): der Zahn mit einem Tuberculum Carabelli besitzt in der Regel eine größere Dimension als der entsprechende Zahn ohne Tuberculum Carabelli.

GOOSE (1973) hat versucht, Umwelteinflüsse nachzuweisen, die die Zahngröße verändern. Dazu hat er die Zahngrößenverhält-

nisse von Eltern und Kindern chinesischer Einwanderer in die USA mit den Zahngrößenverhältnissen nicht immigrierter Chinesen verglichen. Er hat dabei eine deutliche Umweltkomponente bei der Immigrantengeneration festgestellt. Leider findet sich kein Hinweis darüber, wie der Vergleich geführt wurde. Aus den Links- Rechtsunterschieden des Tuberculum Carabelli an homologen Zähnen ein und desselben Individuums ergibt sich aber, daß "exogene" Faktoren im weitesten Sinne des Wortes tatsächlich mit im Spiel sind. Nur ist zu bedenken, daß bei Chinesen der USA, die nicht immigriert waren, andere "Rassen" eingekreuzt sein dürften. Außerdem weiß man nicht, ob sich alle Chinesen bezüglich des Merkmals gleich verhalten. Sie sind vermutlich untereinander ebenso verschieden wie der "Caucasian stock".

2.5. Vorkommen, Häufigkeit, Deutung

Nach CARABELLI'S Erstbeschreibung (1842) ist das Tuberculum Carabelli laufend mehr oder weniger systematisch von den verschiedensten Forschern (Anatomen, Zoologen, Paläontologen, Zahnärzten) untersucht und beschrieben worden. Es wurde sowohl bei Primaten als auch bei niederen Säugern gefunden. Nachstehend führe ich die von mir in der Literatur gefundenen Angaben in ihrer zeitlichen Reihenfolge auf:

- 1896 - BATUJEFF hat das Tuberculum Carabelli bei Cynocephalus (Pavian) beschrieben; ferner kam es bei den von ihm untersuchten russischen Kindern in 50% der Fälle vor.
- 1897 - VRAM hat ein Tuberculum Carabelli beobachtet:
 - a) an rezenten Europäerschädeln in 11% der Fälle,
 - b) an steinzeitlichen Europäerschädeln in 12% der Fälle,
 - c) bei rezenten Afrikanern in 14% der Fälle,
 - d) bei Papuas in 5% der Fälle.
- 1905 - DE TERRA fand ein Tuberculum Carabelli an rezenten Europäerschädeln in 18% der Fälle, davon 6% als Höcker, 12% als "Mikroform".
- 1907 - GORJANOVIC-KRAMBERGER hat in vielen seiner Arbeiten das Tuberculum Carabelli bei Krapina-Menschen beschrieben.
- 1907 - OSBORN hat darauf hingewiesen, daß das Tuberculum Carabelli auch bei niederen Säugetieren, hauptsächlich bei Peripitychidae (Stammhuftiere) und nicht ausschließlich bei Primaten zu finden ist. Er hat es in Unkenntnis der Beschreibung durch CARABELLI als Protostylid bezeichnet.
- 1908 - ADLOFF hat das Tuberculum Carabelli bei Hylobates lar (fossiler Gibbon) beobachtet und ebenfalls an Krapina-molaren.
- 1909 - HILLEBRAND hat ein Tuberculum Carabelli in 20% an rezenten Europäerschädeln gefunden, davon 14% als Höcker und 6% als "Mikroform".

- 1911 - DE TERRA hat bei Häufigkeitsuntersuchungen an Malayen und Negern folgende Zahlen erfaßt:
- a) 23,5% bei Malayen (5,7% als Höcker, 17,8% als "Mikroform"),
 - b) 26,3% bei Negern (12,5% als Höcker und 13,8% als "Mikroform").
- 1913 - BOLK, der 2325 erste Molaren holländischer Kinder untersuchte, fand 61% behaftete; in 17% war das Merkmal als Höcker, in 44% als "Mikroform" ausgebildet. Außerdem hat BOLK das Tuberculum Cacabelli an den Affen *Crysothrix* und *Nyctipithecus trivirgatus* (Totenkopffaffen) beschrieben. Bei beiden sogar an Prämolaren, so daß nach seiner Ansicht in dieser Hinsicht kein prinzipieller Unterschied zwischen Milchmolaren und ihren Ersatzzähnen besteht. Ferner hat BOLK bei dem Halbaffen *Hapalemur* und bei *Cebus fatuellus* (Kapuzineräffchen) das Tuberculum Carabelli gefunden. Und obwohl es bei letzterem eher eine Ausnahme bildet, konnte er es einmal sogar in kräftig entwickelter Form entdecken. BOLK war der Meinung, daß das Tuberculum Carabelli bei Lemuren "in seiner relativ beträchtlichen Entwicklung ziemlich konstant ist, bei anderen Affengeschlechtern und beim Menschen hingegen nicht." Auch hat er es bei niederen Säugern (Bären, kleinen Pandern, Hunden, Füchsen und Dachsen) beschrieben.
- 1914 - SCHWERZ hat Alemannenschädel untersucht und ein Tuberculum Carabelli in 7% der Fälle gefunden.
- 1922 - V. LENHOSSEK hat an 765 Zähnen von Schulkindern "den fast stets symmetrisch auf beiden Seiten in gleicher Stärke entwickelten Höcker am ersten Molaren in 37,5% - davon 10,2% kräftig gebildet, 27,3% schwach und mäßig" gefunden.
- 1929 - SOBIESZANSKIS Untersuchungen an 1044 Warschauer Schulkindern haben am ersten Molaren das Tuberculum Carabelli zu 84,4%, am zweiten Molaren zu 35,2% ergeben.
- 1937 - OHSHIMA fand an 1250 Chinesen aus der Mandschurei das Tuberculum Carabelli in 2,1% der Fälle.
- 1938 - HIRAKAWA hat 10,7% von 946 Japanern behaftet gefunden.

Bei den Behafteten war es in 32% nur unilateral vorhanden.

- 1944 - DIETZ hat bei Untersuchungen an 732 amerikanischen Soldaten, gemischt im Bezug auf ihre rassische Abkunft, das Tuberculum Carabelli in 72,3% der Fälle gefunden, davon in 2% nur unilateral.
- 1949 - PEDERSEN hat aus Untersuchungen ostgrönländischer Eskimos geschlossen, daß Höcker und "Mikroformen" des Tuberculum Carabelli praktisch nicht existieren. Er hat auch kein Tuberculum Carabelli bei Indianern gefunden.
- 1949 - SHAW hat an Bantuschädeln und an lebenden Bantus ein Tuberculum Carabelli in folgender Häufigkeit gefunden:
 - a) an 5 von 141 Schädeln (3,5%),
 - b) an 4 von 248 lebenden Bantus (1,7%).
- 1953 - KÖTZSCHKE hat Untersuchungen an thüringischen Schulkindern veröffentlicht. Das Tuberculum Carabelli war in 75% der Fälle vorhanden war aber oft nur "klein" ausgebildet.
- 1954 - MEREDITH und HIXON haben bei ihren Untersuchungen an 100 neunjährigen amerikanischen Kindern nordwesteuropäischer Abstammung aus Iowa an 200 ersten Molaren das Tuberculum Carabelli in irgendeiner Form in 84% der Fälle gefunden. Davon zeigten 60% mittlere bis große Prominenzen, 70% zeigten mehr oder weniger deutliche Seitenungleichheiten im Ausbildungsgrad; außerdem hatten Jungen öfter große und mittlere Höcker als Mädchen.
- 1956 - ROBINSON hat "Spitzen" und "Gruben" (Mikroformen) an den Zähnen M1, M2, M3 der Australopithecinen (Urmenschen des unteren Pleistozän) beidseitig beschrieben.
- 1957 - KALLAYS Häufigkeitsuntersuchungen an Schulkindern aus Zagreb haben ein Tuberculum Carabelli an 51% der ersten oberen Molaren ergeben.
- 1957 - MOORREES hat von Untersuchungen bei den Eskimos der Aleuten berichtet, bei denen sich in 13% (8 von 60 aleutische Individuen) ein Tuberculum Carabelli zeigte.

- 1958 - DAHLBERG hat bei rezenten weißen Amerikanern ein Tuberculum Carabelli an den ersten Molaren in 41% und an den zweiten und dritten Molaren in 8% der Fälle beobachtet. Eine Untersuchung von Pima-Indianern hat dagegen folgendes ergeben:
- a) Höcker an den ersten Molaren in 8%
 - b) keine Höcker an den zweiten und dritten Molaren
 - c) Mikroformen an den ersten Molaren in 27%
 - d) an den zweiten Molaren in 4% der Fälle
 - e) keine an den dritten Molaren
- 1958 - TSUJI hat bei einer Untersuchung von 347 japanischen Kindern (9-11 Jahre alt) festgestellt, daß das Tuberculum Carabelli am ersten Molaren in unterschiedlicher Ausprägungsstärke in 35% der Fälle vorhanden war, an den zweiten Milchmolaren in 25% der Fälle. Einseitiges Auftreten war in 20% der Fälle zu beobachten.
- 1959 - KRAUS hat das Tuberculum Carabelli bei:
- a) amerikanischen Indianern in 79,2%
 - b) amerikanischen Weissen in 61,3%
 - c) amerikanischen Negeren in 63,5%
- der Fälle gefunden.
- 1960 - CARBONELL'S Untersuchungen an Schädeln von Kish, Mesopotamien, etwa 3.000 vor Christus, ergaben ein Tuberculum Carabelli in irgendeiner Form an ersten Molaren in 24%, am zweiten Molaren in 2,4% der Fälle. An Weisheitszähnen kam kein Tuberculum Carabelli vor.
- 1964 - VAN REENEN hat das Tuberculum Carabelli bei Kalahari Buschmännern in 29% der Fälle registriert, davon Höcker zwischen 7 - 1%.
- 1964 - M. REINERS-KARSCH hat 1000 Patientenmodelle kieferorthopädischer Behandlungsfälle in Göttingen untersucht und das Tuberculum Carabelli bei insgesamt 87,7% der Fälle gefunden:
- a) am ersten Molaren trat es in 30,2% als Höcker auf, in 48,1% als "Mikroform",
 - b) am zweiten Molaren kam es in 2% als Höcker, in 14,1% als "Mikroform" vor.

- 1965 - E. KLEYMANN hat in Marburg 2.500 Modelle von Patienten einer Kieferorthopädischen Abteilung untersucht und das Tuberculum Carabelli am ersten Molaren in 64,3% der Fälle und am zweiten Molaren in 10,2% gesehen.
- 1966 - GOAZ hat im Amazonasgebiet von Nord-Peru 53 Individuen untersucht und insgesamt ein Tuberculum Carabelli in 40,4% der Fälle gefunden, davon 7,6% als Höcker, 32,8% als Mikroform.
- 1966 - BRABANT hat bei 113 Einwohnern von Khouribga (Marokko) das Tuberculum Carabelli in 26,5% der Fälle gefunden, und zwar 16,8% als Höcker und 9,7% als Mikroform.
- 1967 - ROSENZWEIG und ZILBERMANN haben von Untersuchungen an Kindern jüdischer Abstammung aus dem Jemen und aus Cochín berichtet. 67% der Kinder aus dem Jemen hatten große und kleine Tubercula Carabelli, 26% als Mikroformen. Je 26% der Kinder aus Cochín hatten Höcker und Mikroformen.
- 1968 - HAMORÍ hat bei Zigeunerkindern von Hajduhadhaz das Tuberculum Carabelli am ersten Molaren in 50,8% und am zweiten Molaren in 22,2% der Fälle gefunden.
- 1968 - KEENE hat bei der Untersuchung 392 weisser amerikanischer Soldaten festgestellt, daß zweite Molaren mit drei Haupthöckern weniger Tubercula Carabelli aufweisen als vierhöckrige.
- 1969 - JIEN hat bei Chinesen aus Taipei folgendes Ergebnis erhalten:
 Von 612 Kindern haben 35,8% das Tuberculum Carabelli in irgendeiner Form vorweisen können, davon 20,7% als Höcker, 15,1% als Mikroform. Höcker waren bei Jungen häufiger als bei Mädchen.
- 1969 - DEVOTO hat bei Untersuchungen in Nordwest-Argentinien an 327 Schülern indianischer Abstammung aus Los Andes das Tuberculum Carabelli am ersten Molaren in 60% der Fälle gefunden, Höcker 14,4%, Mikroformen 45,5%.

- 1971 - DEVOTO hat nochmals in Nordwest-Argentinien, im Tal von Pastos Chicos Populationsuntersuchungen durchgeführt. Von 179 Schülern indianischer Abstammung haben 47% ein Tuberculum Carabelli gehabt, davon 6,7% als Höcker, 40,3% als Mikroform.
- 1972 - JOSHI hat bei 489 Hindukindern das Tuberculum Carabelli in 64,6% der Fälle gefunden, Höcker 27%, Mikroformen 37,6%. Auch hier hatten Jungen öfter Höcker als Mädchen.

Die gefundenen Daten geben einen Überblick über Häufigkeiten und Verteilungen; Wegen der Unvollständigkeit mancher Angaben und der Verschiedenartigkeit der Untersuchungsprinzipien können sie jedoch nicht sicher miteinander verglichen werden.

Eine Reihe von Autoren hat geäußert, daß seltenes oder häufiges Auftreten des Tuberculum Carabelli als eine Art "Rassenmerkmal" betrachtet werden kann, TURNER (1967) z.B.:

"TC frequency in cusp form is highest in Europeans, probably intermediate in Africans, low in American Indians, and lowest in Asiatic and New World Arctic Mongoloids." Oder GOAZ (1966):

"KRAUS has indicated that a low frequency of the absence of this trait coupled with a low frequency of cusp presentation and a high frequency of the intermediate expression (pits and grooves) is characteristic of predominantly Mongoloid groups."

Und JIEN (1969): "MOORREES described that the cusp was supposedly rare in Mongoloids and was thus, together with shovel-shaped insisors and torus mandibularis, useful for distinguishing the dentition of Mongoloids from those of the other ethnic groups." Und schließlich haben SHAPIRO (1969) und DEVOTO (1971) erwähnt, daß die gut entwickelte Form eines Höckers mit höchster Frequenz bei der kaukasischen Rasse, mit mittlerer Frequenz bei der negroiden und mit kleinster bei der mongoliden Rasse auftrete.

Unter Berücksichtigung der drei menschlichen "Hauptrassen", d.h.

1. der Europiden
2. der Negriden
3. der Mongoliden

habe ich die vorstehenden Angaben über Vorkommen und Häufigkeit des Tuberculum Carabelli in drei Gruppen geordnet (Tab. 1, 2, 3). Aus diesen Tabellen geht hervor, daß die Europiden nicht nur am häufigsten untersucht wurden, sondern auch am stärksten behaftet sind; über die Negriden habe ich nur wenige Angaben gefunden, wobei die Bemerkungen von KRAUS (1959) über die amerikanischen Neger keinen Hinweis auf Rassenmischung enthalten. In der mongolischen Gruppe gibt es sowohl häufiges Vorkommen (bei Japanern, Chinesen, nord- und südamerikanischen Indianern) als auch höchst selten ein Tuberculum Carabelli, z.B. bei ostgrönländischen Eskimos (PEDERSEN 1949).

Ich habe schon darauf hingewiesen, daß sich nicht alle Angaben miteinander vergleichen lassen. Wenn auch anzunehmen ist, daß die unterschiedlichen Ergebnisse vor allem dadurch zustandegekommen sind, daß Mikroformen nicht immer berücksichtigt wurden, so bestehen doch offensichtlich deutliche Frequenzunterschiede in verschiedenen Populationen.

Auf die Ergebnisse der Autoren GOAZ (1966), DEVOTO (1969), JIEN (1969), BOLK (1913), M. REINERS-KARSCH (1964) und E. KLEYMANN (1965), deren Untersuchungen unter vergleichbaren Gesichtspunkten durchgeführt worden sind, komme ich bei der Beschreibung der eigenen Untersuchungen zurück.

2.6. Funktion, praktische Bedeutung

DE JONGE schrieb 1958: "Es war das Verdienst von SCHWARZ, A.M., die funktionelle Bedeutung des Tuberculum Carabelli beleuchtet zu haben. Sein Erklärungsmodus ist folgender: Bei geschlossenen Zahnreihen liegt das Tuberculum Carabelli oralwärts des unteren ersten Molaren, gerade dessen beiden oralen Cuspes gegenüber. Dieser Situs gereicht einer festen Verankerung dieses für die Artikulation so wichtigen Zentrums zweifellos sehr zum Vorteil."

Diese Ansicht ist natürlich so nicht haltbar. "Verankert" wird der Zahn im Parodontium. Die Tubercula Carabelli erreichen außerdem höchst selten eine Höhe, daß sie funktionell eine Bedeutung erlangen könnten. Sie bieten in selektionistischer Hinsicht deshalb keinen Vorteil.

BOLK ist allerdings der Meinung gewesen, daß sich das Tuberculum Carabelli bei hinreichend starker Entwicklung, und nach Abkautung des Protokonus, am Kauakt beteilige. BATUJEFF (1896) hat das ebenfalls vermutet. M. REINERS-KARSCH (1964) hat jedoch richtig zu derartigen Annahmen bemerkt, daß nur Höcker, die sehr groß sind und sich der Okklusionsebene nähern, eine Vergrößerung der Kaufläche mit sich bringen könnten und dadurch "den Funktionswert des Zahnes" zu steigern in der Lage wären. Sinnvoll wäre eine solche Entwicklung auch "allenfalls für unter primitiven Verhältnissen Lebende. Gerade bei ihnen scheint das Tuberculum Carabelli jedoch nicht ausgelesen worden zu sein: bei grönländischen Eskimos z.B. ist es besonders selten. Nach Angaben von PEDERSEN (1949) kann das Fehlen des Tuberculum Carabelli geradezu als Kennzeichen asiatischer Mongolen gewertet werden."

Die praktische Bedeutung des Tuberculum Carabelli erschöpft sich heute wohl darin, daß die Höcker einschließlich der "Mikroformen" weitere Kariesprädispositionsstellen darstellen, kieferorthopädischen Maßnahmen (z.B. der Beseitigung eines

tieften Bisses mit dem Aktivator) bei ungenügendem Einschleifen im Wege stehen und - allerdings höchst selten - im Falle einer eigenen Wurzel eine notwendig werdende Wurzelbehandlung erschweren.

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Material, Methode

Anhand eigener Untersuchungen sollten Häufigkeit, Formvariationen, das Verhältnis des Sechsjahrmolaren zum zweiten Milchmolaren und Konkordanz bei Zwillingen in bezug auf das Tuberculum Carabelli im Patientengut der Kieferorthopädischen Abteilung der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Berlin, ermittelt werden.

Das Untersuchungsmaterial bestand aus Hartgipsmodellen, die nach Abformung beider Kiefer im Laufe der kieferorthopädischen Behandlung mit Alginate hergestellt worden sind. Aus einer großen Zahl sind ausschließlich die für die Beurteilung brauchbaren berücksichtigt worden, d.h. Modelle mit kariös-defekten oder bereits mit Füllungen oder Kronen versehenen Zähnen wurden aussortiert.

Danach sind untersucht worden:

1. - 780 Patientenmodelle
2. - 143 Behandlungs-Abschlußmodelle, die zu einer entsprechenden Zahl von Anfangsmodellen gehörten (s.P. 1, 780 Patientenmodelle). Diese besondere Untersuchung hatte den Sinn, zu ermitteln, ob Tubercula Carabelli, wenn sie gemäß dem Ausgangsmodell am zweiten Milchmolaren und/oder ersten Molaren vorhanden waren, auch am zweiten und/oder dritten Molaren vorkommen.
3. - 220 Modelle von Studenten, die im Rahmen der Ausbildung aus Übungszwecken hergestellt worden sind.
4. - 45 Modellpaare von Zwillingen

Die Beurteilung ist analog anderen Untersuchungen nach qualitativen Maßstäben erfolgt. Aufgrund des oben definierten Erscheinens des Tuberculum Carabelli als unterschiedlich großer Höcker und als "Mikroform" habe ich die Auszählung nach der von M. REINERS-KARSCH beschriebenen Gradeinteilung vorgenommen (Abb. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12). Die Patienten und Studenten, deren Modelle ausgewertet worden sind, waren zwischen 4 und 33 Jahre alt; am stärksten vertreten waren die 8 - 16jährigen. Die für die Arbeit notwendigen Signifikanzberechnungen wurden mit Hilfe des Vierfelder-Chiquadrat-Tests durchgeführt ($\alpha = 5\%$).

3.2. Ergebnisse

3.2.1. Vorkommen, Varianten und Häufigkeit im Untersuchungsmaterial:

3.2.1.1. 780 Modelle von Kindern und Jugendlichen

Die Untersuchung der 780 Kinder und Jugendlichen hat ergeben, daß:

- | | | | |
|----------------|-----------------|-----------|---------|
| a) 384 Modelle | 2. Milchmolaren | aufwiesen | (49,2%) |
| b) 767 " | 1. Molaren | " | (98,2%) |
| c) 359 " | 2. " | " | (46,0%) |
| d) 50 " | 3. " | " | (6,4%) |

Von 780 Probanden hatten 720 (92,3%) ein Tuberculum Carabelli in irgendeiner Form an Milchmolaren und Molaren. Ohne Tuberculum Carabelli waren 60 Probanden (7,7%).

Insgesamt waren 3.025 Zähne zu beurteilen, die sich auf die Milchmolaren und Molaren folgendermaßen verteilen:

- | | | |
|----|-------|---------------------|
| a) | 706 | zweite Milchmolaren |
| b) | 1.535 | erste Molaren |
| c) | 703 | zweite Molaren |
| d) | 81 | dritte Molaren |

Das Tuberculum Carabelli zeigte sich an 2.192 (72,5%) der 3.025 Zähne, und zwar als Höcker an 816 Zähnen (27,0%), als Mikroform an 1.376 Zähnen (45,5%), (Tab. 4). Die prozentuale Behaftung der einzelnen Zähne sowie eine Zusammenfassung der wesentlichsten Ergebnisse zeigen die Tabellen 5 - 9 und Abb. 13. Danach ist das Tuberculum Carabelli in allen seinen Ausprägungsgraden am häufigsten am zweiten Milchmolaren zu finden. Die höckerförmige Variante zeigt sich jedoch mit größter Häufigkeit am Sechsjahrmolaren. Am zweiten und dritten Molaren findet sich das Tuberculum Carabelli erheblich seltener; das Merkmal kam als Höckerform am Weisheitszahn sogar in keinem Fall vor.

Für die nachfolgenden Untersuchungen ist es wichtig, in gleicher Weise wie oben die Daten der 1.000 Modelle von Erwachsenen (220), Kindern und Jugendlichen (780) festzuhalten. Damit befaßt sich das nächste Kapitel.

3.2.1.2. 1.000 Modelle von Erwachsenen, Kindern und Jugendlichen

Die Untersuchungen an 1.000 Erwachsenen, Kindern und Jugendlichen haben ergeben, daß:

- | | | | | |
|----|-------------|-----------------|-----------|---------|
| a) | 384 Modelle | 2. Milchmolaren | aufwiesen | (38,4%) |
| b) | 986 " | 1. Molaren | " | (98,6%) |
| c) | 579 " | 2. " | " | (57,9%) |
| d) | 191 " | 3. " | " | (19,1%) |

Von 1.000 Probanden hatten 918 (91,8%) ein Tuberculum Carabelli in irgendeiner Form an Milchmolaren und Molaren. Ohne Tuberculum Carabelli waren 82 Probanden (8,2%).

Insgesamt waren 4.122 Zähne zu beurteilen, die sich auf die Milchmolaren und Molaren folgendermaßen verteilen:

- a) 706 zweite Milchmolaren
- b) 1.970 erste Molaren
- c) 1.140 zweite Molaren
- d) 306 dritte Molaren

Das Tuberculum Carabelli zeigte sich an 2.774 Zähnen (67,3%), und zwar als Höcker an 962 Zähnen (23,3%), als Mikroform an 1.812 Zähnen (44,0%), (Tab. 10).

Die prozentuale Behaftung der einzelnen Zähne sowie eine Zusammenfassung der wesentlichsten Ergebnisse zeigen die Tabellen 5 und 11 - 14. Danach ist das Tuberculum Carabelli in allen Ausprägungsgraden am häufigsten am zweiten Milchmolaren zu finden. Die höckerförmige Variante zeigte sich jedoch mit größter Häufigkeit am Sechsjahrmolaren. Wesentlich weniger oft findet sich ein Tuberculum Carabelli am zweiten und dritten Molaren. In dieser Gruppe der 1.000 Modelle von Erwachsenen, Kindern und Jugendlichen gibt es aufgrund der darin enthaltenen 220 Erwachsenenmodelle

(Studenten) eine beträchtliche Erhöhung der Behaftung am Weisheitszahn gegenüber der Gruppe der 780 Modelle von Kindern und Jugendlichen. Auf die Bedeutung dieser Erhöhung gehe ich im folgenden Kapitel ein.

3.2.1.3. 220 Studentenmodelle

Ich habe schon darauf hingewiesen, daß in unserem Untersuchungsmaterial 220 Fälle von jungen Erwachsenen (Studenten) enthalten sind, die im Rahmen eines kieferorthopädischen Kollegs Modelle von sich selbst angefertigt haben. Naturgemäß fand sich bei diesen Modellen ein prozentual höherer Anteil der Zähne M2 und M3 als im gesamten Untersuchungsmaterial von 1.000 Fällen: 437 (38,0%) von insgesamt 1.140 zweiten Molaren und 225 (73,5%) von 306 der insgesamt untersuchten Weisheitszähne stammen aus diesem Studentenmaterial.

Insgesamt waren 1.097 Zähne zu beurteilen, und zwar:

- a) 435 erste Molaren
- b) 437 zweite Molaren
- c) 225 dritte Molaren

Das Tuberculum Carabelli zeigte sich an 582 (53,0%) von 1.097 Molaren, und zwar als Höcker an 146 Zähnen (13,3%), als "Mikroform" an 436 Zähnen (39,7%).

Die prozentuale Verteilung der Ausprägungsgrade auf die einzelnen Zähne sowie entsprechende Vergleichszahlen aus der Untersuchung an 780 Kindern und Jugendlichen zeigen die Tabellen 15 - 17.

Beim Vergleich der Sechsjahrmolaren ergeben sich keine auffälligen Differenzen, da dieser Zahn ja sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen regelmäßig anzutreffen ist - obwohl er bei letzteren schon wieder der Extraktion anheimgefallen sein kann, was bei Jugendlichen natürlich auch schon, aber seltener der Fall ist.

Eine kräftige Erhöhung der Tuberculum-Carabelli-Frequenz zeigt sich jedoch beim zweiten Molaren, obwohl auch dieser Zahn bei Kindern schon häufig und bei Jugendlichen stets vorhanden ist. Trotzdem scheint die Beurteilbarkeit erst bei Erwachsenen ganz sicher möglich zu sein, weil der Zahn erst dann voll durchgebrochen ist. Insbesondere die "Mikroformen" sind nur am voll durchgebrochenen Zahn mit Sicherheit zu konstatieren.

Das Ergebnis beim dritten Molaren zeigt eine deutliche Zunahme der Merkmalsbehaftung. Untersuchungen über das Tuberculum Carabelli am M2 bei Kindern sowie an M2 und M3 bei Jugendlichen lassen also kein korrektes auf die Gesamtheit der Bevölkerung übertragbares Ergebnis erwarten. In Tabelle 18 ist der korrigierende Effekt, den eine Analyse von Erwachsenenmodellen hinsichtlich der beiden letzten Molaren hat, nochmals veranschaulicht. Dieses Untersuchungsergebnis an Studentenmodellen ist allerdings nicht populationsspezifisch für Berliner Verhältnisse, denn der größte Teil der Studenten stammt aus Westdeutschland. Das Ergebnis kann daher nur allgemein die Frage klären, wie oft das Tuberculum Carabelli an den Zähnen M2 und M3 auftritt im Vergleich zu M1.

3.2.2. Balkonartige Variante

Hin und wieder kann beobachtet werden, daß das Tuberculum Carabelli groß und dem mesiopalatinalen Höcker balkonartig angelagert ist (Abb. 8 u. 10).

Von 1.000 Fällen (780 Kinder und Jugendliche, 220 Erwachsene) hatten 38 diese balkonartige Vorwölbung. Sie trat bei 227 zweiten Milchmolaren 18 mal (7,9%) auf und bei 712 ersten Molaren 64 mal (8,9%). Die Verteilung auf die Höckergrößen ist aus der Tabelle 20 zu ersehen. Sie findet sich bei den mittleren und großen Höckern an 11 von 109 zweiten Milchmolaren (10%), bei den kleinen Höckern an 7 von 118 Zähnen (5,9%). Bei den ersten Molaren haben 56 von 241 Zähnen (23,2%) mit mittleren und großen Höckern eine balkonartige Vorwölbung, dagegen trifft man auf dieses Merkmal bei Zähnen mit kleinem Höcker nur in 1,7% der Fälle (8 von 471 Zähne). Dies ist wohl auch der Grund dafür, daß eine balkonartige Vorwölbung an zweiten und dritten Molaren nicht beobachtet werden konnte.

Diese besondere Form des Tuberculum Carabelli zeigt sich also relativ selten, d.h. bei weniger als 10% der Fälle. Ein Vergleich mit den Höckerformen des gesamten Untersuchungskollektivs unterstreicht diese Tendenz (Tab. 21).

3.2.3. Korrelatives Verhalten des Tuberculum Carabelli bei Minus- und Plusvarianten im Zahnbestand:

3.2.3.1. Plusvarianten

Anhand der Fälle mit gleichzeitiger Überzahl oder Zwillingsbildung, aber auch sonstiger Symptome von "Plusvarianten" (ausgeprägte Randleisten und/oder große Tubercula an Schneide- und Eckzähnen), soll die Frage beantwortet werden, ob in derartigen Fällen auch das Tuberculum Carabelli häufiger und in stärkeren Ausprägungsgraden vorhanden ist oder nicht.

Unter den 1.000 Modellen von Erwachsenen, Kindern und Jugendlichen waren 169 (16,9%) mit den erwähnten Merkmalen behaftet, 831 (83,1%) nicht behaftet. An diesen 169 Modellen konnten 697 Molaren hinsichtlich der Häufigkeit und des Ausprägungsgrades des Tuberculum Carabelli überprüft werden. Die Verteilung auf die infrage kommenden Zähne war folgendermaßen:

1. 80 zweite Milchmolaren
2. 323 erste Molaren
3. 252 zweite Molaren
4. 42 dritte Molaren

Die Tabellen 22 - 25 zeigen die Verteilung des Tuberculum Carabelli sowie die Vergleichszahlen aus den Untersuchungen des gesamten Kollektivs von 1.000 Modellen. Die einzelnen Untersuchungsergebnisse lassen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen "Plusvarianten" und der Häufigkeit des Tuberculum Carabelli erkennen, obwohl beim zweiten Molaren der Anteil der Höcker numerisch erhöht ist. Ich habe auch überprüft, wie sich dieses Ergebnis ausnimmt, wenn die Gesamtzahl der untersuchten Zähne, unter Berücksichtigung der Merkmale "kein Tuberculum Carabelli, Mikroformen, Höcker", verglichen wird (Tab. 26). Obwohl sich hier eine geringfügige Zunahme der Häufigkeit zugunsten der "Höckerform" zeigt, ergibt sich auch aus dieser Untersuchung keine signifikante Parallelität zwischen Überschußbildungen an Schneide-, Eck- und Seiten-

zählen irgendwelcher Art und gehäuftem Auftreten des Tuberculum Carabelli..

3.2.3.2. Minusvarianten

Unterzahl und Verkümmerserscheinungen an Zähnen des Ober- und Unterkiefers hatten von 1.000 Modellen 56 (5,6%); 944 Modelle (94,4%) waren frei davon. Am häufigsten fehlten die lateralen Schneidezähne und die Prämolaren. Unterzahl von Weisheitszähnen wurde nicht berücksichtigt. Als Verkümmerserscheinungen wurden canine Formen unterer zweiter Prämolaren, stiftförmige Incisivi, verkümmerte dritte Molaren sowie dreihöckrige zweite Milchmolaren registriert.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf hinweisen, daß der von mir ermittelte Wert von 5,6% ausschließlich das Ergebnis einer Modellanalyse darstellt. A. SOLLICH (1974) hat darüber hinaus am "gleichen Material" klinisch-röntgenologische Untersuchungen über Aplasie und "Mikrodontie" durchgeführt und einen Anteil von 10% ermittelt. Auch sie hat die dritten Molaren nicht mitgezählt. Ich habe deshalb parallel zu meinen Untersuchungen auch noch die "SOLLICH-MODELLE" (Fälle mit Unterzahl von Zähnen) hinsichtlich der Tuberculum-Carabelli-Frequenz untersucht, worauf ich im letzten Abschnitt dieses Kapitels eingehe.

An den 56 Modellen mit Unterzahl und Verkümmerserscheinungen an Zähnen sollte überprüft werden, ob das Tuberculum Carabelli in solchen Fällen seltener und in niedrigeren Ausprägungsgraden vorkommt. 259 Zähne konnten erfaßt werden. Die Verteilung war folgende:

1. 26 zweite Milchmolaren
2. 108 erste Molaren
3. 85 zweite Molaren
4. 40 dritte Molaren

Die Tabellen 27 - 30 zeigen die Verteilung der sechs Ausprägungsgrade und die Vergleichszahlen in Prozent aus dem

Ergebnis der Untersuchungen des gesamten Kollektivs. Die geringe Anzahl der zweiten Milchmolaren und der ersten Molaren läßt eine Interpretation nicht zu. Bei den ersten und zweiten Molaren jedoch zeigt sich ein erheblicher Rückgang der höckerförmigen Merkmale bei Unterzahl und "Mikroformen" im Restzahnbestand verglichen mit dem Ergebnis des gesamten Kollektivs. Ein Tuberculum Carabelli kommt also in der Tat in solchen Fällen seltener vor.

Nun zu den von A. SOLLICH (1974) auch röntgenologisch erfaßten Fällen mit Hypodontie. Von ihren 200 Fällen habe ich nur 51 in bezug auf das Vorkommen eines Tuberculum Carabelli verwenden können (s. Tab. 32). Die Tabelle 31 zeigt eine Gegenüberstellung der Ergebnisse von:

1. Häufigkeit des Tuberculum Carabelli bei 51 klinisch-röntgenologisch erfaßten Fällen von Unterzahl und Mikroformen im Zahnbestand nach A. SOLLICH,
2. Häufigkeit des Tuberculum Carabelli in 56 nur modellanalytisch erfaßten Fällen von Unterzahl und Mikroformen im Zahnbestand nach den Tabellen 29 und 30,
3. Häufigkeit des Tuberculum Carabelli in 1.000 modellanalytisch erfaßten Fällen (Patienten und Studenten der Kieferorthopädischen Abteilung),

bei ersten und zweiten Molaren unter den drei Gesichtspunkten:

- a) kein Tuberculum Carabelli
- b) Höcker
- c) "Mikroformen"

Diese Gegenüberstellung weist ebenfalls darauf hin, daß ein Parallelismus zwischen Hypodontie, Mikroodontie und Abnahme der Frequenz der Höckerformen des Tuberculum Carabelli besteht. Die Unterschiede waren signifikant.

3.2.4. Seitenungleiche Ausbildung

Bei erbbedingten Merkmalen geben Links-Rechtsunterschiede Hinweise über exogene Einflüsse auf die Merkmalsausbildung bzw. ihre "Entwicklungsstabilität" (Abb. 14). Deshalb wurde die Verschiedenheit homologer Zähne des gleichen Individuums bezüglich der Ausbildungsstärke ausgezählt und zwecks Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren ausgewertet. Darauf gehe ich in der Diskussion ein.

Ausgehend von 720 Patientenmodellen, die das Tuberculum Carabelli in irgendeiner Form aufwiesen, fand sich

- a) seitenungleiche Ausbildung an 305 Modellen (42,3%).
Seitenungleichheit wurde immer dann registriert, wenn der homologe Zahn um mindestens einen Grad in der Ausbildungsstärke differierte. Wegen fließender Übergänge blieben naturgemäß manchmal Zweifel, ob die Ausbildungsstärke noch dem einen oder schon dem nächsten Grad entsprach bzw. ob noch Seitengleichheit vorlag oder nicht. Graduelle Unterschiede von zwei, drei und mehr Graden jedoch ließen sich immer eindeutig bestimmen.
- b) seitengleiche Ausbildung an 415 Modellen (57,6%).

Die Verteilung der Asymmetrie auf die einzelnen Zähne sowie das prozentuale Verhältnis zwischen schwachen, deutlichen und starken Differenzen im Ausprägungsgrad zeigen die Tabellen 34 und 35. Dabei ist zu beachten, daß nicht in jedem der 720 Fälle beide homologen Zähne vorhanden waren; Im einzelnen gab es 1.402 homologe Zahnpaare:

322	Homologe bei den zweiten Milchmolaren
705	" bei den ersten Molaren
344	" bei den zweiten Molaren
31	" bei den dritten Molaren

Aus Tabelle 34 ergibt sich, daß asymmetrische Ausbildung am häufigsten am ersten Molaren vorkommt. Danach ist der zweite Milchmolar betroffen. Erst mit Abstand folgen die übrigen bleibenden Molaren. Von den insgesamt untersuchten 1.402 homologen Zahnpaaren zeigten 347 Zahnpaare (24,7%) ungleiche Ausbildung in unterschiedlicher Stärke.

Aus Tabelle 35 geht hervor, daß zumeist nur kleine Links-Rechts-Differenzen bestanden. Da sich aber Unterschiede von zwei, drei und mehr Graden stets eindeutig bestimmen liessen, kann insgesamt gesagt werden, daß deutliche Unterschiede im Ausprägungsgrad des Tuberculum Carabelli an homologen Zähnen des gleichen Individuums nur selten vorkommen, daß aber schwache Unterschiede ziemlich häufig sind.

Aufgrund der Irrtumsmöglichkeiten bei Unterschieden von nur einem Grad hielt ich es für sinnvoller, die geringfügigen Unterschiede ganz zu ignorieren und nur die deutlichen in ein prozentuales Verhältnis zur Gesamtzahl der homologen Zähne zu bringen (Tab. 36). Dann findet sich Asymmetrie nur in 3,3% der Fälle, wobei die Reihenfolge der behafteten Zähne bestehen bleibt. Im Säulendiagramm (Abb. 15) habe ich die Ergebnisse aus den Tabellen 34 und 36 zusammengefaßt.

Die Überprüfung der Rechts-Linksverteilung ergab, daß der rechte homologe Zahn etwas häufiger den stärkeren Ausprägungsgrad zeigt als der linke.

Bei 347 Zahnpaaren war das Tuberculum Carabelli

189 x rechts größer als links (54,5%)

158 x links größer als rechts (45,5%)

Besonders deutlich findet sich diese Tendenz, wenn die geringe Differenz von einem Grad nicht berücksichtigt wird. Dann ist das Verhältnis folgendermaßen:

Bei 45 Zahnpaaren war das Tuberculum Carabelli
38 x rechts größer als links (84,4%)
7 x links größer als rechts (15,6%)

3.2.5. Das morphologische Verhalten zwischen dem zweiten Milchmolaren und dem ersten Molaren in bezug auf das Tuberculum Carabelli

Die morphologische Ähnlichkeit dieser beiden Zähne am gleichen Individuum ist bekannt und auffällig (Abb. 11). Daher habe ich sie hinsichtlich eines vorhandenen bzw. nicht vorhandenen Tuberculum Carabelli mit folgendem Ergebnis überprüft:

Im Untersuchungsmaterial von 780 Modellen befanden sich 690 korrespondierende Zahnpaare m2/M1 - 342 rechte (49,6%) und 348 linke (50,4%). Völlige Übereinstimmung in bezug auf das Tuberculum Carabelli in irgendeiner Ausprägungsform fand sich bei 268 Zahnpaaren (38,8%). Die Verteilung auf die einzelnen Ausprägungsgrade zeigt Tabelle 37. Abweichungen von einem bis zu vier Graden in der Ausprägungsstärke zeigten sich an 422 Zahnpaaren (61,2%). Die prozentuale Verteilung auf die einzelnen Ausprägungsgrade geht aus Tabelle 38 hervor.

Der Anteil der Zahnpaare mit dem geringfügigen Unterschied von einem Grad war mit 74,6% der höchste; 21,1% unterschieden sich um zwei Grade; eine Differenz von drei Graden wiesen lediglich 3,8% auf und die große Differenz von vier Graden war nur zweimal vorhanden, d.h. in 1,8% der Gesamtzahl der ungleichen Zahnpaare (Abb. 12).

Wird die geringe Differenz von einem Grad in der Ausprägungsstärke vernachlässigt, so findet sich in 583 (84,5%) von 690 korrespondierenden Zahnpaaren m2/M1 die große morphologische Ähnlichkeit auch in bezug auf das Tuberculum Carabelli bestätigt.

3.2.6. Korrelatives Verhalten des Tuberculum Carabelli zur Form der oberen mittleren Schneidezähne nach der Beschreibung von DIETZ (1944)

Auch Zusammenhänge zwischen der Häufigkeit des Tuberculum Carabelli und der Form der mittleren oberen Schneidezähne, wie sie DIETZ (1944) an Nordamerikanern festgestellt hat, wurden anhand unseres Untersuchungsmaterials nachgeprüft.

DIETZ fand bei rechteckiger, dreieckiger und ovoider Schneidezahnform auffällig unterschiedliche Häufigkeiten des Tuberculum Carabelli. Die von mir benutzte Typisierung wurde von M. REINERS-KARSCH (1964) übernommen. Danach gilt der Schneidezahn als

- rechteckig - wenn die mesialen und distalen Seitenkanten parallel zueinander verlaufen (Abb. 17)
- dreieckig - wenn eine deutliche Verjüngung zum Zahnhals hin besteht (Abb. 18)
- ovoid - wenn sowohl zum Zahnhals als auch zur Schneidekante eine Verjüngung besteht (Abb. 19).

Das Untersuchungsergebnis geht aus Tab. 39 hervor. Es zeigt sich, daß ebenso wie in Göttingen die Angaben von DIETZ nicht bestätigt werden konnten. Dazu muß bemerkt werden, daß eine sichere Zuordnung der oberen mittleren Schneidezähne in eine der drei Formvarianten wegen fließender Übergänge nicht immer möglich war.

3.2.7. Geschlechtsdimorphismus

In verschiedenen Publikationen wurde von Geschlechtsunterschieden in der Häufigkeit des Tuberculum Carabelli geschrieben. Diese Unterschiede wurden allerdings nur selten statistisch gesichert.

Ich habe die Frage anhand von 294 Fällen überprüft. Die Fälle wurden willkürlich aus der Gruppe Kinder und Jugendliche (780 Fälle) ausgewählt. Es handelte sich um 143 Modelle von Knaben mit insgesamt 657 Zähnen und um 151 Modelle von Mädchen mit insgesamt 691 Zähnen.

Die Tabellen 40 und 41 fassen die Ergebnisse zusammen: Bei den Jungen erschien das Tuberculum Carabelli in allen seinen Abstufungen in 70,4% der Fälle, bei Mädchen in 66,1% der Fälle. Jungen sind somit etwas häufiger (4,3%) behaftet als Mädchen. Der Vergleich unter Zugrundelegung nur der Höckerformen ergibt bei Jungen gegenüber Mädchen um 7,8% häufigere höckerförmige Ausprägung. Diese Differenzen waren statistisch nicht signifikant.

3.2.8. Zwillingsstudien

Konkordanzunterschiede bezüglich Häufigkeit und Ausprägungsgrad des Tuberculum Carabelli bei eineiigen (EZ) und zweieiigen (ZZ) im Alter von 6 - 19 Jahren sind an Gipsmodellen von 38 Zwillingspaaren (22 EZ, 16 ZZ) untersucht worden. Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf den ersten Molaren, da nur dieser Zahn bei allen Zwillingen vorhanden war.

In Anlehnung an die Untersuchungen über asymmetrische Ausbildung des Tuberculum Carabelli und Geschlechtsdimorphismus bin ich davon ausgegangen, daß Unterschiede in der Ausbildungsstärke um einen Grad beim Rechts-Linksvergleich häufig sind, wegen der Irrtumsmöglichkeit aber vernachlässigt werden sollten und zweitens, daß Mädchen und Jungen keine Unterschiede in Häufigkeit und Ausbildungsstärke zeigen. Es stellten sich deshalb die Fragen:

- Sind größere als 1-Punkt-Unterschiede am ersten Molaren bei EZ und ZZ gleich häufig?
- Wie oft ist zwischen den EZ das Merkmal konkordant bzw. diskordant?
- Wie oft ist das Merkmal bei ZZ konkordant bzw. diskordant?

Unter Berücksichtigung nachstehenden Diagramms (Abb. 16) wurde außerdem geprüft, ob auch Übereinstimmung korrespondierender Zähne und spiegelbildlicher Zähne der Zwillingspaare vorhanden war oder nicht.

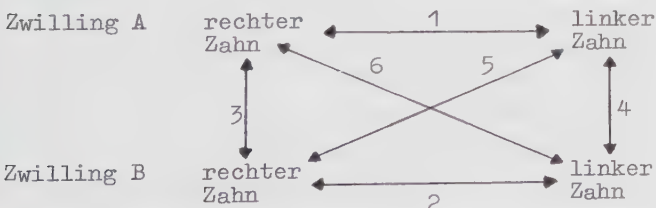


Abb. 16: Diagramm modifiziert nach ZAAZOU/EL-NISR und STALEY/GREEN

Erläuterung zu Abb. 16:

- 1 + 2 = Vergleich homologer Zähne des selben Individuums
- 3 + 4 = Vergleich korrespondierender Zähne der Paare
- 5 + 6 = Vergleich spiegelbildlicher Zähne der Paare.

Bei den 22 EZ gab es völlige Übereinstimmung ohne jegliche Differenz im Ausprägungsgrad bei 15 Paaren. Bei den übrigen 7 Paaren handelte es sich um die Differenz von einem Grad, die zu vernachlässigen ist. Somit waren alle 22 EZ konkordant (100%) im Ausprägungsgrad des Tuberculum Carabelli, und zwar sowohl beim Vergleich:

- a) des homologen Zahnes der Gegenseite,
- b) des korrespondierenden Zahnes des anderen Zwillings,
als auch
- c) des spiegelbildlichen Zahnes des anderen Zwillings.

Bei den 16 ZZ ergab sich folgendes: Völlige Übereinstimmung zeigten nur zwei Paare; eine Differenz von einem, also zu vernachlässigenden Grad zeigten acht Paare. Somit ergab sich Konkordanz bei 10 von 16 Paaren (62,5%). Die übrigen 6 Paare wiesen Unterschiede von zwei und drei Graden auf. Bei einem Zwilling trat auch eine Differenz von zwei Graden beim homologen Zahn der anderen Seite auf. Die unterschiedlichen Ausprägungsstärken betrafen sonst nur korrespondierende und spiegelbildliche Zähne.

Größere als 1-Punkt-Unterschiede sind also bei eineiigen und zweieiigen Zwillingen am ersten Molaren nicht gleich häufig. Das Merkmal ist bei eineiigen Zwillingen zu 100% konkordant, bei zweieiigen Zwillingen zu 62,5%. Die Differenz ist signifikant.

4. Diskussion

Das Tuberculum Carabelli hat schon lange die Aufmerksamkeit vieler Forscher erregt. So gibt es zahlreiche Untersuchungen über seine Häufigkeit. Allerdings lassen sich viele Untersuchungen nicht vergleichen, weil entweder Höcker und "Mikroformen" (Falten, Grübchen) nicht auseinandergehalten worden sind oder "Mikroformen" nicht mitgezählt wurden.

Die formale bzw. ätiologische Deutung des Tuberculum Carabelli war ein zentrales Thema bis in das erste Drittel unseres Jahrhunderts hinein. So hat BOLK (1913) geglaubt, mit seiner Dimertheorie nachweisen zu können, daß es sich beim Tuberculum Carabelli um ein drittes Odontomer (Tritomer) handle. Diese Theorie ist jedoch widerlegt worden, u.a. von MEYER, W. (1932). Heute wird die von COPE und OSBORN seit 1883 entwickelte "Differenzierungstheorie" der phylogenetischen Entwicklung der Säugerzähne allgemein anerkannt und deshalb halten viele Forscher die Abkunft des Tuberculum Carabelli vom Cingulum - "the mother of the cusp" - für wahrscheinlich bzw. für möglich.

Die früher oft gestellte Frage, ob es sich beim Tuberculum Carabelli um ein "progressives" Merkmal des Organismus handle oder um ein "regressives", ist aus heutiger Sicht müßig. Entscheidender ist die Frage, ob und wann sich das Tuberculum Carabelli am Kauakt beteiligt. Zweifellos wird es beim Kaugeschehen nur dann mitwirken können, wenn es einen ausreichenden Entwicklungsgrad erreicht hat oder wenn es nach Demastikation der Haupthöcker in den Kauakt einbezogen wird. Eine solche Höhe und Größe des Höckers kommt jedoch nur in 10/100 der Fälle vor, wie ich anhand eigener Untersuchungen feststellen konnte. Und da Tubercula Carabelli bei Populationen fehlen, deren Zähne aufgrund ausgiebiger Benutzung regelmäßig starke Abkautungen aufweisen (Eskimos), kann der Grund für das häufige Auftreten des Höckers nicht in seiner

selektiven Wirkung (Auslese zwecks Förderung der Kauleistung) gesucht werden. Es handelt sich eher um eine wertneutrale Bildung - wenn man bei der heutigen erheblichen Kariesanfälligkeit nicht sogar von einem negativen selektiven Effekt sprechen will (Kariesentstehung in der Fissur zwischen Protokonus und Höcker).

Erst in den letzten Jahrzehnten wurde die Ätiologie des Tuberculum Carabelli erörtert. Mit Sicherheit spielen Erbfaktoren bei seinem Zustandekommen eine Rolle. Das ergibt sich einmal aus Populationsunterschieden, zum anderen aus höheren Konkordanzraten bei eineiigen Zwillingen. Ich komme bei der Erörterung der nachstehend aufgezählten Fragen noch einmal ausführlich darauf zurück.

1. Populationsspezifität:

- a) Entsprechen Häufigkeit und Variabilität des Tuberculum Carabelli bei Kindern und Jugendlichen Berlins den Ergebnissen, die aufgrund von Häufigkeitsuntersuchungen an anderen europäischen Populationen ermittelt worden sind?
- b) Gibt es Häufigkeitsunterschiede zwischen Populationen verschiedener deutscher Siedlungsgebiete?
- c) Was ergeben Häufigkeitsvergleiche mit anderen Populationen?

2. Wie oft kommt das Tuberculum Carabelli an M3 vor?

3. Zeigt das Tuberculum Carabelli verminderte bzw. erhöhte Häufigkeiten bei sogenannten Minus- oder Plusvarianten der übrigen Zähne?

4. Wie oft findet sich seitenungleiche Ausbildung des Tuberculum Carabelli am homologen Zahn des gleichen Individuums und gibt es statistisch gesicherte Unterschiede zwischen Kindern und Jugendlichen in Berlin, Marburg und Göttingen, wo mit vergleichbarer Untersuchungsmethodik gearbeitet worden ist?

5. Kann aufgrund eigener Untersuchungen und der Veröffentlichungen anderer Autoren angenommen werden, daß das Tuberculum Carabelli geschlechtsspezifische Unterschiede aufweist?
6. Ist das Tuberculum Carabelli als ein erbbedingtes Merkmal anzusehen? Wie ist der Erbtyp?

zu 1 - Populationsspezifität

- a) In Berlin fand sich nach der Untersuchung von 780 Kindern und Jugendlichen das Tuberculum Carabelli insgesamt an 2.192 (72,5%) der 3.025 vorhandenen Zähne m2, M1, M2 und M3 - davon bei 27,0% als kleiner, mittlerer oder großer Höcker und bei 45,5% als Grübchen oder Fissur. Im Zusammenhang mit den Daten aus Tabelle 1 zeigt sich, daß dieses Ergebnis einem bei Europiden zu erwartenden Wert entspricht.
- b) Ein Vergleich meiner Ergebnisse mit denen von M. REINERS-KARSCH (1964) in Göttingen und E. KLEYMANN (1965) in Marburg zeigt, daß auch innerhalb deutscher Siedlungsgebiete Häufigkeitsunterschiede vorhanden sind (Abb. 20). Diese Unterschiede sind aber nur teilweise signifikant. So zeigt ein Vergleich des Gesamtvorkommens der Höcker (Tab. 19) ein signifikant häufigeres Vorhandensein in Berlin gegenüber Marburg, nicht aber gegenüber Göttingen. Daß hierbei nur das subjektive Moment der qualitativen Beurteilung durch die drei Untersucher seinen Ausdruck gefunden haben könnte, ist jedoch nicht auszuschließen.
- c) Tabelle 19 enthält Häufigkeitsangaben ausländischer Autoren, deren Auswertungsmodus dem meinen etwa entspricht. Ein Vergleich zeigt, daß Mongolide unter 50,0% (35-40%) und Europide über 50,0% (55-70%) behaftet sind. Somit ist die allgemeine Annahme, daß das Tuberculum Carabelli bei Europiden mit größter, bei Negriden mit mittlerer und bei Mongoliden mit geringster Häufigkeit vorkäme, sicherlich

begründet. Allerdings könnte eingewendet werden, daß diese etwas schematisierte Häufigkeitsverteilung durchaus nicht immer zutrifft. So kommt DEVOTO (1969) beispielsweise mit seinen Ergebnissen bei Indianerabkömmlingen Nordwest-Argentinens den europäischen Verhältnissen sehr nahe. Vermutlich macht sich hier aber ein "weißer Einschlag" bemerkbar. Das dürfte ebenso bei der negriden Bevölkerung der USA und bei nordamerikanischen Indianern (KRAUS 1959) der Fall sein (Tab. 2 und 3).

zu 2 - Häufigkeit an Weisheitszähnen

In der Literatur beschränken sich Häufigkeitsuntersuchungen über das Tuberculum Carabelli in der Regel auf die Zähne m2, M1 und M2, während die M3 entweder gar nicht beurteilt wurden bzw. die ermittelten Werte aufgrund der geringen Anzahl der Zähne von vornherein einen Unsicherheitsfaktor einschlossen. Dies scheint beispielsweise bei GOAZ (1966) der Fall zu sein, der 27,3% der Weisheitszähne von Indianern aus Nordperu als behaftet bezeichnete, sein Ergebnis aber auf die Untersuchung von nur 22 Zähnen zurückführen konnte (Tab. 19).

Ich habe an einer Gruppe von 220 jungen Erwachseneu insbesondere die Weisheitszähne überprüft und dabei den Höcker sehr selten (1,3%) gefunden, die "Mikroformen" hingegen in 20,9%. Ein Vergleich mit dem Ergebnis bei den 780 untersuchten Kindern und Jugendlichen (Tab. 17) zeigte, daß es dort sehr viel seltener beobachtet wurde. Der Grund dürfte der sein, daß bei Jugendlichen, sofern der Weisheitszahn überhaupt schon vorhanden war, das Tuberculum Carabelli vor allem in den Ausprägungsgraden 0+ und 1 nicht optimal erfaßt werden konnte, weil der Protokonus meistens noch nicht voll durchgebrochen und deutlich sichtbar war.

zu 3 - Abhängigkeit von der allgemeinen Zahnform

Sogenannte Plus- und Minusvarianten im Bereich der Schneide-, Eck- und Seitenzähne gehen mit einer erfaßbaren Zunahme bzw. Abnahme der Häufigkeit des Tuberculum Carabelli einher. Die

statistische Überprüfung ergab, daß nur bei den Minusvarianten die Häufigkeitsabnahme an den Zähnen M1 und M2 statistisch signifikant war. Bei den Plusvarianten war eine erhöhte Häufigkeit des Tuberculum Carabelli zwar auch nicht zu übersehen, die statistische Überprüfung ergab jedoch keine Signifikanz. Völlig sicher ist somit nur eine Häufigkeitsabnahme des Tuberculum Carabelli bei Verkümmerserscheinungen bzw. Unterzahl im Restgebiß. Die Häufigkeitszunahme bei stark ausgeprägten Randleisten der Frontzähne, auffallend großen Zähnen und Höckern bzw. bei Überzahl von Zähnen, ist dagegen unsicher.

zu 4 - Seitenungleichheit

Über seitenungleiche Ausbildung des Tuberculum Carabelli am homologen Zahn des gleichen Individuums haben sich verschiedene Autoren geäußert: DEVOTO (1969) fand bei indianischen Kindern aus Los Andes (Nordwest-Argentinien) am zweiten Milchmolaren und ersten Molaren häufiger ein asymmetrisch ausgebildetes Tuberculum Carabelli als bei einer Kontrollgruppe von Kindern aus Buenos Aires mit "kaukasischen Vorfahren". Der zweite Molar war dagegen bei den Kindern der Kontrollgruppe öfter asymmetrisch (Tab. 7). MEREDITH (1954) fand bei 100 amerikanischen Kindern nordwesteuropäischer Abstammung Seitenungleichheit sogar in 70,0% der Fälle. Da weitere Hinweise fehlen, ist eine Beurteilung schwierig. Immerhin erscheint dieser Anteil besonders hoch. Bei japanischen Kindern fanden HIRAKAWA (1938) und DIETZ (1944) Asymmetrie nur in 2% der Fälle, TSUJI (1958) in 20,0%. Hier scheint sich die unterschiedliche Berücksichtigung der "Mikroformen" auszuwirken.

Die Bedeutung dieser Hälftenungleichheit mag gering sein, auch bezüglich der Frage, ob die rechte oder die linke Seite bevorzugt wird. Im Hinblick auf die Beurteilung genetischer Fragen ist das anders: hier weist Hälftenungleichheit auf eine Entwicklungslabilität der Anlage bzw. auf Umwelteinflüsse bei der Bildung des Merkmals hin. Auch bei Populationen gleicher Abkunft aber verschiedener Siedlungsgebiete ist nicht

von vornherein auszuschließen, daß Häufigkeitsunterschiede bestehen. Aufgrund der Angaben von M. REINERS-KARSCH (1964) und E. KLEYMANN (1965) konnte ich die Ergebnisse von Göttingen, Marburg und Berlin vergleichen. M. REINERS-KARSCH wertete in Göttingen 1.000 und E. KLEYMANN in Marburg 2.500 Patientenmodelle unter Berücksichtigung der auch in Berlin angewandten Methode aus. Tabelle 42 faßt die Ergebnisse zusammen. Danach scheint asymmetrische Ausbildung des Tuberculum Carabelli in Berlin häufiger als in Marburg und in Marburg häufiger als in Göttingen zu sein. Die statistische Überprüfung ergab allerdings, daß nur beim Vergleich der Zähne m2 und M2 die Homologen in Berlin signifikant häufiger asymmetrisch sind als in Göttingen. Ansonsten sind die Differenzen zwischen den Gruppen nicht signifikant - auch wenn nur die deutlichen und starken Differenzen berücksichtigt werden (Tabellen 43, 44). Allerdings ergibt sich dann eine andere Reihenfolge in der Häufigkeitsverteilung: der Anteil deutlicher Differenzen beträgt in Marburg 4,0%, in Berlin 3,3% und in Göttingen 1,7%.

Abschließend ist zu sagen, daß deutliche und starke asymmetrische Ausbildung des Tuberculum Carabelli am homologen Zahn in allen drei überprüften Gebieten selten war (unter 5,0%). Im Göttinger und im Berliner Untersuchungsgut hatte der rechte Zahn häufiger den größeren Höcker als der linke, während sich in Marburg kein Unterschied ergab (Tab. 45).

zu 5 - Geschlechtsabhängigkeit

Nach eigenen Untersuchungen ist das Tuberculum Carabelli bei Jungen und Mädchen unter Berücksichtigung aller Ausprägungsgrade etwa gleich häufig. Allerdings zeigen Jungen die höckerförmige Variante öfter als Mädchen; die statistische Überprüfung ergab jedoch keine Signifikanz. Das stimmt mit den Untersuchungen von MEREDITH und HIXON (1954), E. KLEYMANN (1965) und GARN (1966) überein. Nur JOSHI (1972) hat bei Untersuchungen an 489 Hindukindern ein häufigeres Vorkommen der Höcker bei Jungen ermittelt: "Differences between findings in men and women were statistically significant, the data

were tested by application of the chi-square test and significance was noted at the 5% level." Eine praktische Bedeutung ist der Feststellung, daß Höcker etwas häufiger bei Jungen als bei Mädchen vorkommen, natürlich nicht beizumessen. Als Ursache käme am ehesten die durchschnittlich größere Breite der Zähne bei Jungen in Betracht. Denn wie schon besprochen, scheinen Tubercula Carabelli bei großen, ggf. auch noch mit Randleisten und akzessorischen Höckern versehenen Zähnen etwas gehäuft vorzukommen, obwohl der Unterschied nicht signifikant war.

Unter Berücksichtigung der eigenen Untersuchungen und der oben erwähnten Autoren, schließe ich mich der Meinung GARNs an, der das Tuberculum Carabelli für ein nicht geschlechtsspezifisches Merkmal hält.

zu 6 - Erbbedingtheit

Ein Vergleich eineiiger und zweieiiger Zwillinge kann wichtige Aufschlüsse über die Vererbung von Merkmalen geben, bzw. einen Einblick in die Wirkungen der Erbfaktoren einerseits und der Milieueinflüsse (Umweltbedingungen) andererseits.

Bei meinen Untersuchungen an 38 Zwillingspaaren ergab sich, daß die 22 eineiigen Zwillinge in bezug auf Häufigkeit und Ausprägungsgrad des Tuberculum Carabelli völlig (100%) konkordant waren, während die 16 zweieiigen Zwillinge in 62,5% Übereinstimmung zeigten. Hierbei bezieht sich der Ausdruck Konkordanz bzw. Diskordanz selbstverständlich auf deutliche Differenzen in der Ausprägungsstärke, nicht auf Vorhandensein oder Abwesenheit des Höckers schlechthin. Dieses Ergebnis entspricht dem von ZAAZOU und EL-NISR (1973). Die beiden Autoren haben aufgrund ihrer Untersuchungen an 73 Zwillingspaaren auf einen "starken erblichen Charakter" des Tuberculum Carabelli geschlossen, denn eineiige Zwillinge waren auch bei ihnen zu 100% konkordant, zweieiige zu 57,1%.

Zwilling- und Geschwisteruntersuchungen haben auch GARN (1966), E. KLEYMANN (1965) und BIGGERSTAFF (1973) durchge-

führt. BIGGERSTAFF hält das Tuberculum Carabelli als einziger für k e i n Merkmal mit "hoher Vererbbarkeit", da der Vergleich spiegelbildlicher Zähne (M1 rechts von Zwilling A, M1 links von Zwilling B) ohne signifikanten Unterschied zwischen ein- und zweieiigen Zwillingen war, ebenso der Vergleich homologer Zähne beim gleichen Individuum. Dazu ist zu sagen, daß schwache Asymmetrien im gesamten Erscheinungsbild des Menschen normal sind und natürlich auch bei Zwillingen vorkommen. Das Ergebnis deutlicher und starker Differenzen beim Vergleich korrespondierender Zähne ist m.E. ein ausreichender Parameter für die Bestimmung der Vererbbarkeit; und in diesem Punkt hat auch BIGGERSTAFF signifikant höhere Unterschiede gefunden. Um so unverständlicher ist seine Schlußfolgerung.

Das Ergebnis der Zwillingsuntersuchungen zeigt, daß beim Zustandekommen des Merkmals Erbfaktoren mit Sicherheit eine Rolle spielen, und zwar eine entscheidende. Das ergibt sich aus der 100%-igen Konkordanz bei eineiigen Zwillingen. Gleichzeitig weist aber seitenungleiche Ausbildung am homologen Zahn des gleichen Individuums auf gewisse Umwelteinflüsse hin. Natürlich spielen exogene Faktoren nur eine untergeordnete Rolle, wie aus den geringfügigen Ausprägungsunterschieden bei zweieiigen Zwillingspaaren hervorgeht, die der Links- und Rechtsvariabilität beim gleichen Individuum etwa entspricht.

Berücksichtigt man die Konkordanzquote von 62,5% - die in etwa der Quote von 50% bei heterozygoter Genwirkung (autosomal dominanter Erbtyp) entspricht - so ist man aufgrund der Zwillingsuntersuchungen zu dem Schluß geneigt, daß es sich beim Tuberculum Carabelli um ein monogenes Merkmal handele. Die qualitative Variabilität spricht allerdings dagegen. Entscheidend wären Familienuntersuchungen, wobei die Zahl behafteter Kinder bei Vorliegen des Merkmals bei keinem, einem oder beiden Eltern festgestellt werden müßte. Doch gehörte die Erörterung dieser Frage nicht zu meinen Aufgaben.

5. Zusammenfassung

1. Die vorliegende Arbeit sollte einen Überblick über Häufigkeit und Formvariationen der Tuberculum Carabelli im Patientengut der Kieferorthopädischen Abteilung der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin geben. Untersucht wurden eine Gruppe von Kindern und Jugendlichen, eine Gruppe von Erwachsenen sowie eine Gruppe von 38 Zwillingspaaren. Die Ergebnisse wurden mit Angaben von anderen Autoren verglichen, vor allem mit den von M. REINERS-KARSCH, Göttingen, und E. KLEYMANN, Marburg.
2. Im allgemeinen Teil erfolgte sodann eine Beschreibung des Tuberculum Carabelli anhand einer umfangreichen Literaturauswahl unter besonderer Berücksichtigung der Veröffentlichungen ab 1940:
 - a) Die Bezeichnung "Tuberculum Carabelli" geht auf GEORG CARABELLI zurück, der den Höcker im II. Band seines systematischen Handbuches der Zahnheilkunde - Anatomie des Mundes (1842) - zum ersten Mal beschrieben hat.
 - b) Das Tuberculum Carabelli kann von einer kleinen Eindellung (Fissur, Grübchen, Schmelzfalte) an typischer Stelle - sogenannte "Mikroformen" - über eine kleine, höckerförmige Verdickung des Protokonus bis hin zu einem frei in die Mundhöhle ragenden Höcker erheblicher Größe variieren.
 - c) Die unterschiedliche Ausprägungsstärke des Tuberculum Carabelli hat zu seiner Klassifizierung nach Form und Größe geführt. Man unterscheidet heute vier bis sieben Abstufungen.

3. Im speziellen Teil der Arbeit wurden die eigenen Untersuchungen beschrieben:

An 1.188 Gipsmodellen von Patientenkiefen wurden Häufigkeit und Formvariationen des Tuberculum Carabelli ermittelt. Ferner wurden Plus- und Minusvarianten im Restzahnbestand und die Form der oberen mittleren Schneidezähne registriert. Die anschließende Auswertung zeigte folgende Ergebnisse:

- a) 780 Modelle von Kindern und Jugendlichen mit insgesamt 3.025 Zähnen m2, M1, M2 und M3 zeigten an 72,5% der Zähne ein Tuberculum Carabelli (27,0% als Höcker, 45,5% als "Mikroform").
- b) 1.000 Modelle von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit insgesamt 4.122 Zähnen m2, M1, M2 und M3 zeigten das Tuberculum Carabelli an 67,3% der Zähne (23,3% als Höcker, 44,0% als "Mikroform").

In beiden Serien war der am häufigsten behaftete Zahn der zweite Milchmolar; als Höcker erschien das Tuberculum Carabelli am häufigsten am Sechsjahrmolaren. Am zweiten und dritten Molaren fand es sich mit großem Abstand weniger häufig.

- c) 53,0% der 1.097 Zähne M1, M2 und M3 von 220 Erwachsenen (Studenten) zeigten ein Tuberculum Carabelli in irgendeiner Form (13,3% als Höcker, 39,7% als "Mikroform"). Die Anzahl der zweiten und dritten Molaren an der Gesamtzahl der Zähne war hier naturgemäß höher als in der Gruppe der 780 Kinder und Jugendlichen. 22,9% von 225 Weisheitszähnen waren behaftet (1,3% als Höcker, 20,9% als "Mikroform").
- d) Die balkonförmige Variante des Tuberculum Carabelli war nur am zweiten Milchmolaren (7,9%) und am ersten

Molaren (8,9%) zu beobachten.

- e) Die Annahme einer Parallelität von Hyperodontie und sonstigen Überschußbildungen an Schneide-, Eck- und Seitenzähnen mit häufigerem Auftreten des Tuberculum Carabelli, besonders in seiner höckerförmigen Erscheinung, konnte aufgrund der hier vorgelegten Untersuchungen nicht voll bestätigt werden. Eine Häufigkeitsabnahme bei Hypodontie und Mikroodontie im Restzahnbestand war dagegen sicher.
- f) Ein Vergleich homologer Zähne desselben Individuums in bezug auf Häufigkeit und Ausprägungsgrad des Tuberculum Carabelli hat ergeben, daß seitenungleiche Ausbildung an mindestens einem homologen Zahnpaar bei 42,3% von 720 Patienten vorkommt. Dabei handelt es sich jedoch in den meisten Fällen um geringfügige Unterschiede. Deutliche und starke Unterschiede, die in der graduellen Abstufung zwei, drei und mehr Grade betragen, fanden sich nur bei 3,3%. In diesen Fällen war das Tuberculum Carabelli signifikant häufiger rechts größer als links.
- g) die morphologische Ähnlichkeit zwischen dem zweiten Milchmolaren und dem ersten Molaren hat sich auch in bezug auf das Tuberculum Carabelli bestätigt, und zwar zeigten 84,5% der 690 daraufhin untersuchten Zahnpaare m2 und M1 gleiche Ausbildungsstärken.
- h) Die Annahme von DIETZ (1944), der einen Zusammenhang zwischen Höcker-Frequenz und der Form der mittleren oberen Schneidezähne vermutete, hat sich im eigenen Untersuchungsmaterial nicht bestätigt.
- i) Eigene Untersuchungen über Häufigkeitsunterschiede zwischen den Geschlechtern haben ergeben, daß eine Tendenz für häufigere höckerförmige Tubercula Carabelli bei Jungen gegenüber Mädchen besteht. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

j) Eineiige Zwillingspaare waren in bezug auf das Vorhandensein des Tuberculum Carabelli unter Berücksichtigung der graduellen Abstufungen signifikant häufiger konkordant als zweieiige Zwillingspaare. Erbfaktoren spielen also eine wichtige Rolle beim Zustandekommen des Merkmals.

4. In der Diskussion wurde auf die Problematik der Ätiologie und funktionellen Bedeutung eingegangen und anschließend wurden Populationsspezifität, Seitenungleichheit, Geschlechtsabhängigkeit und Erbbedingtheit unter Berücksichtigung der Veröffentlichungen anderer Autoren erörtert.

6. Literaturverzeichnis

ADLOFF, P.: Das Gebiß des Menschen und der Anthromorphen, zitiert nach BOLK, OSBORN.

ADLOFF, P.: Die Entwicklung des Zahnsystems der Säugetiere und des Menschen. Berlin 1916.

AMEGHINO, zitiert nach BOLK, V.LENHOSSEK, OSBORN.

BAILIT, H.L. et al.: Dental asymmetry as an indicator of genetic and environmental conditions in human population. Hum. Biol. 42 (1970) 626.

BATUJEFF, N.: Carabellis Höckerchen und andere unbeständige Höcker der oberen Mahlzähne beim Menschen und den Affen. Bull. de l'Acad. Imp. de St. Petersburg 1896, T.V., zitiert nach BOLK, V.LENHOSSEK, OSBORN.

BIGGERSTAFF, R.H.: Heritability of the Carabelli cusp in twins. J. Dent. Res., 52 (1973), 40.

BOLK, L.: Odontologische Studien I und II, Jena 1913 - 1914.

BOLK, L.: Das Carabellische Höckerchen. Schweiz. Vjschr. Zahnheilk. (1915); zitiert nach KEENE.

BRABANT, H.: Observations sur l'evolution de la denture temporaire humaine en europe occidentale. Bull. Group. Int. Rech. Sc. Stomat. 8 (1965), 235.

BRABANT, H., M. HASSAR: Nouvelles observations sur la denture de la Population de Khouribga (Maroc). Bull. Group. Int. Rech. Sc. Stomat. 9 (1966), 5.

CARABELLI, G.: Anatomie des Mundes, in: Systematisches Handbuch der Zahnheilkunde, Bd. II, Wien 1842.

CARBONELL, V.M.: The tubercle of Carabelli in the Kish dentition, Mesopotamia, 3000 B.C. J. Dent. Res. 39 (1969), 124.

CERNEA, R.: Über die Unspezifität des Tuberculum Carabelli. Zahnärztl. Welt 2 (1947), 50.

COPE, E.D., zitiert nach OSBORN

COX, G.J., S.B. FINN, D.B. AST: Formative fluoride and size of cusp of Carabelli. J. Dent. Res. 39 (1960), 672.

COX, G.J.: Effect of fluoride ingestion on size of the cusp of Carabelli during tooth formation. J. Dent. Res. 40 (1961), 393.

DAHLBERG, A., zitiert nach KALLAY.

DEVOTO, F.C.: Phenotypes and genotypes of Carabelli's complex in the contemporary population of the department of the Andes. Rev. Asoc. Odont. Argent. 57 (1969), 19.

DEVOTO, F.C., et. al.: Frequency of the C and c (Carabelli's complex) genes in the present population of the valley of Pastos Chicos (province of Jujuy, Argentina). Rev. Soc. Argent. Biol. 46 (1970), 115.

DIETZ, V.H.: A common dental morphotropic factor, the Carabelli cusp. J. Amer. Dent. Ass. 31 (1944), 784.

EULER, H.: Die Anomalien, Fehlbildungen und Verstümmelungen der menschlichen Zähne, 1939.

GARN, S.M., A.A. DAHLBERG, A.B. LEWIS, R.S. KERESKY: Groove pattern, cusp number and tooth size.

GARN, S.M., A.A. DAHLBERG, A.B. LEWIS, R.S. KERESKY: Genetic independence of Carabelli's trait from tooth size or crown morphology. Arch. Oral. Biol. 11 (1966), 745.

GARN, S.M., R.S. KERESKY, A.B. LEWIS: Extent of sex influence on Carabelli's polymorphism. J. Dent. Res. 45 (1966), 1823.

GOAZ, P.W., M.C. MILLER: A preliminary description of the dental morphology of Peruvian Indian. J. Dent. Res. 45 (1966), 106.

GOODMANN, F., B.S. KRAUS: Dental and skeletal similarities in aborted human twins and triplets. Arch. Oral Biol., 10 (1965), 635.

GOOSE, D.H., G.T.R. LEE: Inheritance of tooth size in immigrand populations. J. Dent. Res. 52 (1973), 175.

GORJANOVIC-KRAMBERGER, K.: Der diluviale Mensch von Krapina in Kroatien. Kreidel, Wiesbaden 1906.
zitiert nach CARBONELL und KÖTZSCHKE.

GREEN, L.J., S.E. ASZKLER: Intra-alveolar dental development in twins. J. Dent. Res. 49 (1970), 631.

HAMORI, J.: Zahnmorphologische Untersuchungen an Zigeunerkindern in Hajduhadhaz. Fogorv. Szle 61 (1968), 262; ref. in Zbl. Zahnheilk. 52 (1969), 161.

HILLEBRAND, zitiert nach V.LENHOSSEK

HIRAKAWA, W.: Beitrag zur Kenntnis über das Tuberculum Carabelli bei Japanern. Shika Gp. 18 (1938), 437; ref. in Zbl. Zahnheilk. 5 (1940), 262, FUJITA (Tokio).

HJELMANN, zitiert nach KALLAY

HOFFMANN-AXTHELM, W.: Die Geschichte der Zahnheilkunde, Berlin 1973, S. 378.

JEANSELM, zitiert nach CERNEA

JIEN, S.S.: The Chinese dentition. II. Shovel Incisors, Carabelli's Cusps, Groove Patterns, Cusp Numbers, and Abnormalities in Morphology of the Permanent Teeth. J. Formosan Med. Assoc. 69 (1970), 264.

DE JONGE, TH.E.: Anatomie der Zähne. In: Handbuch der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Bd. I, Verlag Urban & Schwarzenberg, München 1958, S. 205.

DE JONGE, TH.E.: Minusvarianten und Anomalien im Molarenbereich des menschlichen Gebisses. Stoma 21 (1968), 38; Stoma 20 (1967), 287.

DE JONGE, TH.E.: Das Tuberculum Carabelli bei den Unterkiefermolaren. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 72 (1962), 591.

JØRGENSEN, zitiert nach KALLAY

JOSHI, M.R., R.N. GIDIAWALA, A. DUTIA: Carabelli's trait in Hindu children from Gujaret. J. Dent. Res. 51 (1972), 706.

KALLAY, J.: Das Tuberculum Carabelli und seine Deutung. Österr. Zschr. Stomat. 54 (1957), 26.

KALLAY, J.: Extra cusp formation in the human dentition. J. Dent. Res. 45 (1966), 1381.

KEENE, H.J.: The relationship between Carabelli's trait and the size, number and morphology of the maxillary molars. Arch. Oral. Biol. 13 (1968), 1023.

KEENE, H.J.: Discordant dental development in twins. J. Dent. Res. 47 (1968), 175.

KLEYMANN, E.: Kritische Betrachtungen über das Vorkommen des Tuberculum Carabelli. Med. Diss 1965, Marburg.

KÖTZSCHKE, G.: Das Carabellische Höckerchen. Zahnärztl. Reform 54 (1953), 263

KORKHAUS, G.: Anormale Merkmale der äußeren Kronen- und Wurzelform und die Frage ihrer erblichen Bedingtheit. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 48 (1930), 593.

KORKHAUS, G.: Die Vererbung der Kronenform und -größe menschlicher Zähne. Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 91 (1930), 594.

KOSTALOGLU, O.A.: Paramolar structures in the upper dentition. J. Dent. Res. 41 (1962), 75.

KRAUS, B.C.: Occurence of the Carabelli's trait in southwest ethnic groups. Am. J. phys. Anthropol. 17 (1959), 117; zitiert nach GOAZ.

KRAUS, B.C.: Morphogenesis of deciduous molar pattern in man. Dental Anthropology, 5 (1963), 87; zitiert nach KALLAY.

KRAUS, B.C.,
Abnormalities of dental morphology in mentally retarded individuals: a preliminary report. Amer. J. Ment. Defic. 71 (1967), 828.

KRAUS, B.C.: Carabelli's anomaly of the maxillary molar teeth. Amer. J. Human Genet. 3 (1957), 348; zitiert nach SCHULZE.

V.LENHOSSEK, H.: Makroskopische Anatomie. In: Handbuch der Zahnheilkunde, J. Scheff. Hölder-Pichler-Tempsky AG, Wien, 1922.

MEREDITH, H.V., E.H. HIXON: Frequency, size and bilaterism of Carabelli's tubercle. J. Dent. Res. 33 (1954), 435.

MEYER, W.: Normale Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen. J.F. Lehmanns Verlag, München 1932.

MOORREES, C.F.A.: The Aleut Dentition. Harvard University Press, Cambridge, Mass. (1957); zitiert nach CARBONELL, KEENE.

MÜHLREITER, F.: Anatomie des menschlichen Gebisses. Leipzig 1891, S. 68; zitiert nach BOLK.

OHSHIMA, S.: Über die Zahnanomalien der Chinesen. Manchu Igaka Z. 26 (1937), 1009; ref. in Zbl. Zahnheilk. 4 (1939), 278.

OSBORN, H.F.: Evolution of the Mammilian molar teeth to and from the triangular type. In: Biological Studies and Addresses. Hrsg. W.K. Gregory, The Macmillan Company, New York, 1907.

DE LA PARRA, A.: Hyperplastische Entwicklung eines geteilten Tuberculum Carabelli am zweiten Molaren. Tschr. tandheelk., Utrecht 63 (1956), 177; ref. in Zbl. Zahnheilk. 29 (1958), 330.

PEDERSEN, P.: The East Greenland Eskimo dentition. C.A. Reitzel, Copenhagen 1949; zitiert nach SCHULZE, JOSHI.

VAN REENEN, J.F.: Dentition, jaws and palate of the Kalahari Bushmen. J. Dent. Assoc. S. Africa 19 (1964), 1; zitiert nach JOSHI.

REINERS-KARSCH, M.: Statistische Untersuchungen über das Tuberculum Carabelli. Stoma 17 (1964), 34.

ROBINSON, J.T.: The dentition of the Australopithecinae. Transvaal Museum, Memoir. 9 (1956), 82; zitiert nach CARBONELL.

RÖSE, zitiert nach BOLK, OSBORN, V.LENHOSSEK.

ROSENZWEIG, K.A., Y. ZILBERMANN: Dental Morphology of Jews from Yemen and Cochin. Am J. Phys. Anthropol. 26 (1967), 15; zitiert nach JOSHI.

SABOURAUD, zitiert nach CERNEA.

SCHULZE, CHR.: Über Anomalien der Kronenform erster Molaren. Stoma 14 (1961), 215.

SCHULZE, CHR.: Anomalien, Mißbildungen und Krankheiten der Zähne, in: Handbuch der Humangenetik (1964).

SCHULZE, CHR.: Developmental abnormalities of the teeth and jaws. Thoma, K.H. Oral pathology. Hrsg. R.J. Gorlin and H.M. Goldman. St. Louis, Mosby, 1970.

SCHWARZ, A.M.: zitiert nach DE JONGE

SCHWARZ, R.: Kiefer und Zähne der Melanesier in morphologischer und morphogenetischer Beziehung. Schweiz. Mschr. Zahnk. 35 (1925), 43.

SCHWERZ, zitiert nach V.LENHOSSEK

SHAPIROW, M.J.: The anatomy and morphology of the Tuberculum Carabelli. Official J. of the D.A.S.A. 4 (1949), 355; zitiert nach CARBONELL.

SHAW, H.C.M.: The teeth, the bony palate and mandible in Bantu races of South Africa. John Bale, Sons & Danielson, London 1949, S. 134; zitiert nach CARBONELL.

SIMPSON, G.G.: Auf den Spuren des Lebens. Colloquium Verlag, Berlin 1957.

SOBIESZANSKI, Z.: Recherches sur le Tubercle de Carabelli. Rev. Stomat. Paris 31 (1929), 362; zitiert nach CERNEA.

SOLLICH, A.: Zur Aplasie bleibender Zähne unter Berücksichtigung ihrer Mikrosymptome. (Untersuchungen an 1874 kieferorthopädischen Patienten und 85 Lippen-Kiefer-Gaumen-Spaltträgern). Diss. Berlin 1974.

STALEY, R.N., L.J. GREEN: Types of tooth cusp occurrence asymmetry in human monozygotic and dizygotic twins. Am J. Phys. Anthropol., 40 (1974), 187.

DE TERRA, P.: Beiträge zu einer Odontographie der Menschenrassen. Inaug. Diss. Zürich 1905; zitiert nach BOLK.

DE TERRA, P.: Vergleichende Anatomie des menschlichen Gebisses und der Zähne der Vertebraten, Jena 1911; zitiert nach BOLK, KÖTZSCHKE.

TURNER, C. G.: Dental genetics and microevolution in prehistoric and living Koniag Eskimo. J. Dent. Res. 47 (1967), 911.

ZAAZOU, A.M., N. EL-NISR: Study of the morphological variation of the first permanent molar in the pairs of twins. Egypt. Dent. J. 19 (1973), 245.

ZUCKERKANDL, E.: Makroskopische Anatomie der Mundhöhle; zitiert nach BOLK.

Tabelle 1

Das Tuberculum Carabelli bei Europiden

Autor	Objekt	TC in %	
		Gesamt	Höcker
BATUJEFF	Russische Kinder	50	
BOLK	Holländische Kinder	61,7	17,4
BRABANT	Marokkaner	26,5	16,8
CARBONELL	Mesopotamier	24	
DIETZ	Im Bezug auf ihre Abstammung gemischte amerik. Soldaten	72	
HAMORI	Zigeunerkinder	51	
HILLEBRAND	Deutsche Schulkinder	20	14
KALLAY	Jugoslawische Kinder	52	
KLEYMANN E.	Kinder und Jugendliche aus Marburg und Umgebung	64,3	19,3
KÖTZSCHKE	Thüringische Kinder	75	23,7
KRAUS	Amerikaner	61,4	50
V.LENHOSSEK	Österreicher		37
MEREDITH/	Amerikaner europäischer Abstammung	84	60
HIxon			
ROSENZWEIG/	Jüdische Kinder:		
ZILBERMANN	a) aus dem Jemen	93	67
	b) aus Cochín	52	26
M.REINERS-KARSCH	Kinder und Jugendliche aus Göttingen und Umgebung	78,3	30,2
SOBIESZANSKI	Kinder aus Warschau	84	
SCHWERZ	Alemannenschädel	7	
DE TERRA	Rezente Europäerschädel	18	6
VRAM	Rezente Europäerschädel	11	

Tabelle 2Das Tuberculum Carabelli bei Negriden

Autor	Objekt	TC in %	
		Gesamt	Höcker
KRAUS	Amerikanische Neger	63,5	33,9
VAN REENEN	Kalahari Buschmänner	29	7-11
SHAW	Bantus:		
	a) lebende	1,7	
	b) Schädel	3,5	
DE TERRA	Neger	26,3	12,5

Tabelle 3Das Tuberculum Carabelli bei Mongoliden

Autor	Objekt	TC in %	
		Gesamt	Höcker
DAHLBERG	Pima-Indianer	35,0	
DEVOTO	Kinder indianischer Abstammung aus Nord-west-Argentinien:		
	a) aus Los Andes	60	14
	b) aus Pastos Chicos	47	6,7
GOAZ	Indianer aus Nord-peru (Amazonasgebiet)	40	
HIRAKAWA	Japaner	10,7	
JIEN	Chinesen	35,8	20,7
KRAUS	Nordamerik. Indianer:		
	a) Papago	64,7	22,5
	b) Yaqui	69,1	21,4
	c) Apachen	79,2	8,3
MOORREES	Aleuten (Eskimos)	13	
OHSHIMA	Chinesen	2,1	
PEDERSEN	Ostgrönländische Eskimos, Indianer	0	
DE TERRA	Malayen	35,5	5,7
TSUJI	Japanische Kinder	35,0	

Tabelle 4780 Modelle von Kindern und Jugendlichen

Zähne	kein TC	TC	Höcker	Mikroformen
3.025	833	2.192	816	1.376
100%	27,3 %	72,5 %	27,0 %	45,5 %

Tabelle 5Untersuchungsergebnis der 706 zweiten Milchmolaren

Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in%	
0	28	4,0	Gesamtvorkommen: 96,0% als Höcker: 32,1% als Mikroform: 63,9%
0+	130	18,4	
1	321	45,5	
2	118	16,7	
3	82	11,6	
4	27	3,8	

Tabelle 6Untersuchungsergebnis der 1.535 ersten Molaren

Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in%	
0	203	13,2	Gesamtvorkommen: 86,8% als Höcker: 37,7% als Mikroform: 49,1%
0+	415	27,1	
1	338	22,0	
2	405	26,4	
3	112	7,3	
4	62	4,0	

Tabelle 7Untersuchungsergebnis der 703 zweiten Molaren

Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in%	
0	527	75,0	Gesamtvorkommen: 25,0% als Höcker: 1,4% als Mikroform: 23,6%
0+	151	21,5	
1	15	2,1	
2	9	1,3	
3	0	0	
4	1	0,1	

Tabelle 8Untersuchungsergebnis der 81 dritten Molaren

Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in%	
0	75	92,6	Gesamtvorkommen: 7,4% als Höcker: 0 als Mikroform: 7,4%
0+	6	7,4	
1	0	0	
2	0	0	
3	0	0	
4	0	0	

Tabelle 9Zusammenfassung der wesentlichsten Ergebnisse
bei 780 Kindern und Jugendlichen

Tuberculum Carabelli vorhanden an:			
Zahn	insgesamt	als Höcker	als Mikroform
V/V	96,0 %	32,1 %	63,9 %
6/6	86,8 %	37,7 %	49,1 %
7/7	25,0 %	1,4 %	23,6 %
8/8	7,4 %	0	7,4 %

Tabelle 101.000 Modelle von Erwachsenen, Kindern und Jugendlichen

Zähne	kein TC	TC	Höcker	Mikroformen
4.122	1.348	2.774	962	1.812
100%	32,7 %	67,3 %	23,3 %	44,0 %

Tabelle 11Untersuchungsergebnis der 1.970 ersten Molaren

Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in%	
0	264	13,4	Gesamtvorkommen: 86,6 % als Höcker: 36,2 % als Mikroform: 50,4 %
0+	548	27,8	
1	446	22,6	
2	471	23,9	
3	160	8,2	
4	81	4,1	

Tabelle 12Untersuchungsergebnis der 1.140 zweiten Molaren

Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in%	
0	806	70,7	Gesamtvorkommen: 29,3 % als Höcker: 1,8 % als Mikroform: 27,5 %
0+	284	24,9	
1	30	2,6	
2	15	1,3	
3	3	0,3	
4	2	0,2	

Tabelle 13Untersuchungsergebnis der 306 dritten Molaren

Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in %	
0	250	81,6	Gesamtvorkommen: 18,4 %
0+	47	15,4	als Höcker: 1,0 %
1	6	2,0	als Mikroform: 17,4 %
2	1	0,3	
3	0	0	
4	2	0,7	

Tabelle 14
Zusammenfassung der wesentlichsten Ergebnisse:
1000 Modelle

Tuberculum Carabelli vorhanden			
an Zahn	insgesamt	als Höcker	als Mikroform
V/V	96,0 %	52,1 %	63,9 %
6/6	86,6 %	56,2 %	50,4 %
7/7	29,5 %	1,8 %	27,5 %
8/8	18,4 %	1,0 %	17,4 %

Tabelle 15
Häufigkeit des Tuberculum Carabelli am ersten Molaren
bei Erwachsenen sowie Vergleich mit Kindern und
Jugendlichen

Erwachsene 435 erste obere Molaren			Kinder und Jugendliche Vergleichszahlen aus Tab. 6
Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in%	Anteil in %
0	61	14,0	13,2
0+	155	30,6	27,1
1	108	24,8	22,0
2	66	15,2	26,4
3	48	11,0	7,3
4	19	4,4	4,0

Tabelle 16

Unterschiedliche TC-Frequenz an M2 bei qualitativer Beurteilung der Zähne von Erwachsenen einerseits sowie von Kindern und Jugendlichen andererseits.

Erwachsene: 437 zweite Molaren			Kinder und Jugendliche: Vergleichszahlen, s. Tab. 7
Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in %	Anteil in %
0	279	63,8	75,0
0+	153	30,5	21,5
1	15	3,4	2,1
2	6	1,4	1,3
3	3	0,7	0
4	1	0,2	0,1
Gesamtvorkommen:		66,2 %	25,0 %
als Höcker:		2,3 %	1,4 %
als Mikroform:		33,9 %	23,6 %

Tabelle 17

Unterschiedliche TC-Frequenz an M3 bei qualitativer Beurteilung der Zähne von Erwachsenen einerseits sowie Kindern und Jugendlichen andererseits.

Erwachsene: 225 dritte Molaren			Kinder und Jugendliche: Vergleichszahlen, s. Tab. 8
Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in %	Anteil in %
0	175	77,8	92,6
0+	41	18,2	7,4
1	6	2,7	0
2	1	0,4	0
3	0	0	0
4	2	0,9	0
Gesamtvorkommen:		22,2 %	7,4 %
als Höcker:		1,3 %	0
Als Mikroform:		20,9 %	7,4 %

Tabelle 18

Häufigkeitszunahme des Tuberculum Carabelli am zweiten und dritten Molaren bei Betrachtung der Gebisse Erwachsener

Häufigkeit in%	Zweiter Molar		
	1.000	220	780 Fälle
Gesamt:	29,3	36,2	25,0
Höcker:	1,8	2,3	1,4
Mikrof.:	27,5	33,9	23,6
	Dritter Molar		
	1.000	220	780 Fälle
Gesamt:	18,4	22,2	7,4
Höcker:	1,0	1,3	0
Mikrof.:	17,4	20,9	7,4
Erläuterung: 1.000 Fälle = Kinder, Jugendliche und Erwachsene			
	780 "	= Kinder und Jugendliche	
	220 "	= Erwachsene	

Tabelle 20

Ergebnis der Untersuchung der balkonförmigen Variante

Ausprägungsgrad	m2	M1	Gesamt
2	7 = 39%	8 = 12,5%	15 = 18,3 %
3	9 = 50%	26 = 40,6%	35 = 42,7 %
4	2 = 11%	30 = 46,9%	32 = 39,0%
Anzahl der Zähne	18	64	82

Tabelle 19

Häufigkeit des Tuberculum Carabelli bei verschiedenen Populationen

Autor	Population	Gesamt in %	H	MF	V/V	H	MF	6/6	H	MF	7/7	H	MF
GOAZ (1966)	53 Indianer aus Nordperu	40,4	7,6	32,8				67,1	12,4	54,7	12,1	1,3	10,8
DEVOTO (1969)	327 Schüler aus Westargentinien indian. Abstamm. 110 Kinder kau- kas. Abstamm.				87,2 80,0	33,7	53,5	59,0 76,0	14,0 27,0	45,0 49,0	7,5 17,2	1,4 1,9	6,4 14,3
JOSHI (1972)	489 Hindukinder							64,6	27,0	37,6			
JIEN (1969)	612 chinesische Kinder aus Taipei							35,8	20,7	15,1			
REINERS- KARSCH, M. (1964)	1.000 Kinder und Jugendliche aus Göttingen	67,2	19,8	47,4	94,0	13,5	80,5	78,3	30,2	48,1	16,1	2,0	14,1
KLEYMANN, E. (1965)	2.500 Kinder und Jugendliche aus Marburg	59,5	14,5	45,0	83,1	13,1	70,0	64,3	19,3	45,0	10,2	0,5	9,7
eigene Unters.	780 Kinder und Jugendliche aus Berlin	72,5	27,0	45,5	96,0	32,1	63,9	86,8	37,7	49,1	25,0	1,4	23,6

H = Höcker MF = Mikroformen

Tabelle 21

Die vorwiegend an mittlere und große Höcker gebundene balkonförmige Vorwölbung des Tuberculum Carabelli

Ausprä- gungs- grad	Anzahl d. Zähne Gesamtkollektiv		Anzahl der balkonförmigen Zähne	
	m2	M1	m2	M1
2	118	471	7 = 5,9 %	8 = 1,7 %
3	82	160	9 = 11 %	26 = 16,2 %
4	27	81	2 = 7,4 %	50 = 37,0 %

Tabelle 22

Untersuchung korrelativen Verhaltens des Tuberculum Carabelli an m2 bei Plusvarianten im Zahnbestand

80 zweite Milchmolaren			Vergl. Ang. aus Tab. 5
Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in %	Anteil in %
0	5	6,2	4,0
0+	17	21,3	18,4
1	39	48,7	45,5
2	9	11,3	16,7
3	6	7,5	11,6
4	4	5,0	3,8
Höcker:		23,8 %	32,1 %
Mikroformen:		70,0 %	63,9 %

Tabelle 23

Untersuchung korrelativen Verhaltens des Tuberculum Carabelli an M1 bei Plusvarianten im Zahnbestand

an 323 ersten Molaren		Vergl. Ang. aus Tab. 11	
Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in %	Anteil in %
0	25	7,8	13,4
0+	77	23,8	27,8
1	72	22,3	22,6
2	106	32,8	23,9
3	31	9,6	8,2
4	12	3,7	4,1
Höcker:		46,1 %	36,2 %
Mikroformen:		46,1 %	50,4 %

Tabelle 24

Untersuchung korrelativen Verhaltens des Tuberculum Carabelli an M2 bei Plusvarianten im Zahnbestand

an 252 zweiten Molaren		Vergl. Ang. aus Tab. 12	
Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in %	Anteil in %
0	152	60,3	70,7
0+	78	30,9	24,9
1	10	4,0	2,6
2	9	3,6	1,3
3	3	1,2	0,3
4	0	0	0,2
Höcker:		4,8 %	1,8 %
Mikroformen:		34,9 %	27,5 %

Tabelle 25

Untersuchung korrelativen Verhaltens des Tuberculum
Carabelli an M3 bei Plusvarianten im Zahnbestand

an 42 dritten Molaren			Vergleichsangaben, s. Tab. 13
Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in %	Anteil in %
0	31	73,8	81,6
0+	11	26,2	15,4
1	0	0	2,0
2	0	0	0,3
3	0	0	0
4	0	0	0,7
Höcker:		0	1,0 %
Mikroformen:		26,2 %	17,4 %

Tabelle 26

169 Fälle von Plusvarianten im Zahnbestand ohne
signifikant höhere TC-Frequenz

169 Fälle	Anzahl der Zähne: 679	Vergleich 1.000 Fälle 4.122 Zähne
1. kein TC	213 = 30,5 %	1.348 = 32,7 %
2. Mikroform	304 = 43,6 %	1.912 = 44,0 %
3. Höcker	180 = 25,9 %	962 = 23,3 %
TC-Frequenz erhöht	: 79,5 % zu	77,3 %
Höcker erhöht	: 25,9 % zu	23,3 %

Tabelle 27

Untersuchung korrelativen Verhaltens des Tuberculum Carabelli an m2 bei Minusvarianten im Zahnbestand

an 26 zweiten Milchmolaren			Vergl. Ang. aus Tab. 5
Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in %	Anteil in %
0	2	7,6	4,0
0+	5	19,2	18,4
1	12	46,2	45,5
2	5	19,2	16,7
3	1	3,9	11,6
4	1	3,9	3,8
Höcker:		27,0 %	32,1 %
Mikroformen:		65,4 %	63,9 %

Tabelle 28

Untersuchung korrelativen Verhaltens des Tuberculum Carabelli an M1 bei Minusvarianten im Zahnbestand

an 108 ersten Molaren			Vergl. Ang. aus Tab. 11
Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in %	Anteil in %
0	20	18,5	13,4
0+	50	46,3	27,8
1	18	16,7	22,6
2	15	13,9	23,9
3	3	2,7	8,2
4	2	1,9	4,1
Höcker:		18,5 %	36,2 %
Mikroformen:		63,0 %	50,4 %

Tabelle 29

Untersuchung korrelativen Verhaltens des Tuberculum Carabelli an M2 bei Minusvarianten im Zahnbestand

an 85 zweiten Molaren			Vergl. Ang. aus Tab. 12
Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in %	Anteil in %
0	76	89,4	70,7
0+	9	10,6	24,9
1	0	0	2,6
2	0	0	1,3
3	0	0	0,3
4	0	0	0,2
Höcker:		0	1,8 %
Mikroformen:		10,6 %	27,5 %

Tabelle 30

Untersuchung korrelativen Verhaltens des Tuberculum Carabelli an M3 bei Minusvarianten im Zahnbestand

an 40 dritten Molaren			Vergl. Ang. aus Tab. 13
Grad	Anzahl der Zähne	Anteil in %	Anteil in %
0	26	65,0	81,6
0+	14	35,0	15,4
1	0	0	2,0
2	0	0	0,3
3	0	0	0
4	0	0	0,7
Höcker:		0	1,0 %
Mikroformen:		35,0 %	17,4 %

Tabelle 31

56 Fälle von Minusvarianten im Zahnbestand mit
signifikant niedrigerer TC-Frequenz

56 Fälle	Anzahl der Zähne: 259	Vergleich 1.000 Fälle 4.122 Zähne
1. kein TC	124 = 47,9 %	1.348 = 32,7 %
2. Mikroform	108 = 41,7 %	1.812 = 44,0 %
3. Höcker	27 = 10,4 %	962 = 23,3 %
TC-Frequenz vermindert: 52,1 % zu 67,3 %		
Höcker vermindert: 10,4 % zu 23,3 %		

Tabelle 32

51 Patienten mit klin.-röntgen. nachgewiesener Hypo-
und Mikrodontie, Kollektiv A.SOLLICH (1974)

Gesamtzahl der Zähne: 182						kein FC Mikrof. Höcker		
Grad	0	0+	1	2	3	%	%	%
m2	4	11	13	5	1	11,8	70,7	17,6
M1	13	54	23	8	4	12,7	75,4	1,2
M2	32	12	0	0	0	73,0	27,0	0
M3	2	0	0	0	0	100,0	0	0
Ges.:	51	77	36	13	5	28,0	61,8	10,0

Tabelle 33

Gegenüberstellung dreier Untersuchungsgruppen zwecks Vergleich der TC-Frequenz bei Minusvarianten

Gruppe	Zahn	kein TC in%	Mikro- formen in %	Höcker in%
SOLLICH	M1	12,7	75,4	1,2
eigene Unter- suchungen n. Tab. 28	M1	18,5	63,0	18,5
1.000 Fälle n. Tab. 11	M1	13,4	50,4	36,2
SOLLICH	M2	73,0	27,0	0
eigene Unter- suchungen n. Tab. 29	M2	69,4	10,6	0
1.000 Fälle	M2	70,7	27,5	1,8

Tabelle 34

Seitenungleiche Ausbildung des Tuberculum Carabelli an homologen Zähnen gleicher Individuen (720 Fälle)

Zahn:	m2	M1	M2	M3	Gesamt
Zahnpaare mit beiden Homologen	322	705	344	31	1.402
davon: asymmetr. Ausbildung des Tuberculum Carab.	64	231	43	4	347
in %	20	33,5	12,5	13	24,7

Tabelle 35

Verteilung der asymmetrischen Zahnpaare auf die graduelle Differenzierung im Ausprägungsgrad des TC

Zahnpaare	m2	M1	M2	M3	Gesamt
Asymm.Ausbild. des TC	64	236	43	4	347
davon:					
1. geringf. Differenz 1 Grad in %	57 89,1	204 86,4	37 86,0	4 100	302 87,0
2. deutl. Differenz 2 Grade in %	5 7,8	29 12,3	1 2,3	0 0	35 10,0
3. starke Differenz 3,4,5 Grade in %	2 3,2	3 1,3	5 11,7	0 0	10 3,0

Tabelle 36

Ergebnis der Seitenungleichheit im Bezug auf das Tuberculum Carabelli bei Vernachlässigung der Differenz von einem Grad

Zahnpaare	m2	M1	M2	Gesamt
mit beiden Homologen	322	705	344	1.371
davon:				
deutliche und starke Differenzen von 2 bis 5 Graden in %	7 2,2	32 4,5	6 1,7	45 3,3

Tabelle 37

Übereinstimmung bei 268 zweiten Milchmolaren und ersten Molaren in Bezug auf den Ausprägungsgrad des Tuberculum Carabelli

Grad	Anzahl der Zahnpaare: 268	Verteilung in %
0	11	4,1
0+	55	20,5
1	101	37,7
2	62	23,1
3	31	11,6
4	8	3,0
Höcker:		37,7 %
Mikroformen:		58,2 %

Tabelle 39

Korrelatives Verhalten des Tuberculum Carabelli zur Form der I1 nach DIETZ (1944)

<u>1/1</u>	in Berlin	in Göttingen	bei DIETZ
rechteckig:	91,9 %	91,1 %	92,3 %
dreieckig:	93,3 %	87,8 %	50,1 %
ovoid:	88,9 %	81,3 %	65,3 %

Tabelle 38

Vergleich der morphologischen Ähnlichkeit korrespondierender m2 und M1 in Bezug auf das Tuberculum Carabelli

Differenz um 1 Grad	Anzahl der Zahnpaare 315 = 74,5 %	Verteilung in %
0/0+	44	14,0
0+/1	108	34,3
1/2	108	34,3
2/3	41	13,0
3/4	14	4,4
Differenz um 2 Grade	Anzahl der Zahnpaare 89 = 21,0 %	Verteilung in %
0/1	34	38,2
0+/2	22	24,7
1/3	15	16,9
2/4	18	20,2
Differenz um 3 Grade	Anzahl der Zahnpaare 16 = 3,7 %	Verteilung in %
0/2	5	31,3
0+/3	6	37,4
1/4	5	31,3
Differenz um 4 Grade	Anzahl der Zahnpaare 2 = 0,8 %	Verteilung in %
0+/4	2	100,0

Tabelle 40

Häufigkeitsverteilung bei Mädchen und Jungen

Zahn	Anzahl der Zähne	♀ ♂	Gradeinteilung:					
			0	0+	1	2	3	4
m2 in%	129	♀	6 4,7	20 15,5	60 46,5	23 17,8	18 14,0	2 1,5
m2 in%	147	♂	5 3,4	26 17,7	61 41,5	27 18,4	21 14,3	7 4,7
M1 in%	300	♀	37 12,3	104 34,7	60 20,0	70 23,3	18 6,0	11 3,7
M1 in%	283	♂	24 8,5	62 21,9	67 23,7	97 34,3	19 6,7	14 4,9
M2 in%	235	♀	167 71,0	59 25,1	6 2,6	3 1,3	0 0	0 0
M2 in%	212	♂	153 72,2	51 24,1	4 1,9	3 1,4	1 0,4	0 0
M3 in%	27	♀	24 88,9	3 11,1	0 0	0 0	0 0	0 0
M3 in%	15	♂	12 80,0	3 20,0	0 0	0 0	0 0	0 0
Gesamt in%	691	♀	234 33,9	186 26,9	126 18,2	96 13,9	36 5,2	13 1,9
in%	657	♂	194 29,6	142 21,6	132 20,0	127 19,3	41 6,2	21 3,3

Tabelle 41Auszug aus Tabelle 40 als Zusammenfassung

Zahn	Mädchen:			Jungen:		
	kein TC in%	Mikro- formen in%	Höcker in%	kein TC in%	Mikro- formen in%	Höcker in%
m2	4,7	62,0	33,3	3,4	59,2	37,4
M1	12,3	54,7	33,0	8,5	45,6	45,9
M2	71,0	27,7	1,3	72,2	25,9	1,9
M3	88,9	11,1	keine	80,0	20,0	keine
ges.	33,8	45,2	21,0	29,6	41,6	28,8

Tabelle 42Vergleich seitenungleicher Ausbildung des Tuberculum
Carabelli zwischen verschiedenen deutschen Siedlungsgebieten

Kollektiv	Zähne: m2 in%	M1 in%	M2 in%	Gesamtvor- kommen in%
M.REINERS- KARSCH	7,6	19,1	3,7	13,2
E.KLEYMANN	11,3	20,0	5,2	15,4
eigenes	20,0	33,5	12,5	24,7

Tabelle 43

Prozentuale Verteilung der unterschiedlichen Differenzgrade bei asymmetrischen Zahnpaaren

Kollektiv	Gesamtzahl der asym. Zahnpaare	Diff. schwach 1 Grad	Diff. deutl. 2 Grade	Diff. stark 3-5	Gesamtheit der deutl. u. starken Differenzen
M.REINERS-KARSCH	212	86,8%	11,8%	1,4%	13,2%
E.KLEYMANN	605	74,0%	18,3%	7,2%	26,0%
eigenes	347	87,0%	10,0%	3,0%	13,0%

Tabelle 44

Seitenungleichheit des Tuberculum Carabelli bei Vernachlässigung der schwachen Differenz von einem Grad

Kollektiv	Gesamtheit der bilater. Zahnpaare	davon: Asymmetrie mit deutlichen und starken Diff. 2,3,4,5 Grad	in%
M.REINERS-KARSCH	1.607	28	1,7
E.KLEYMANN	3.922	157	4,0
eigenes	1.571	45	3,3

Tabelle 45

Rechts-, Linksvergleich unter Berücksichtigung
aller Differenzgrade des Tuberculum Carabelli

Kollektiv	Anzahl der asymmetr. Zahnpaare	TC rechts größer als links	TC links größer als rechts
E.KLEYMANN	605	307 = 50,7%	298 = 49,3%
M.REINERS- KARSCH	212	132 = 65,3%	70 = 34,7%
eigenes	347	189 = 54,5%	158 = 45,5%

Tabelle 46

Rechts-, Linksvergleich bei Vernachlässigung
der schwachen Differenz von einem Grad

KOLLEKTIV	Anzahl der asymmetr. Zahnpaare	TC rechts größer als links	TC links größer als rechts
E.KLEYMANN	157	85 = 54,1%	72 = 45,9%
M.REINERS- KARSCH	28	20 = 71,4%	8 = 28,6%
eigenes	45	38 = 84,4%	7 = 15,6%

Tabelle 47

Untersuchungen über das Tuberculum Carabelli von DEVOTO (1966)

Seitenungleichheit an:	m2	M1	M2
a) 327 Kinder aus Los Andes	13,1 %	17,5 %	3,3 %
b) 110 Kinder aus Buenos Aires	7,4 %	9,1 %	5,4 %



Abb. 1 Großes Tuberculum Carabelli
mit eigener Wurzel an /2
veröffentlicht von SCHULZE, CHR.
Stoma 14 (1961).



Abb. 2 Tuberculum Carabelli in Höhe der Kauebene an 7/



Abb. 3 Gleicher Fall wie Abb. 2, Ansicht von okklusal

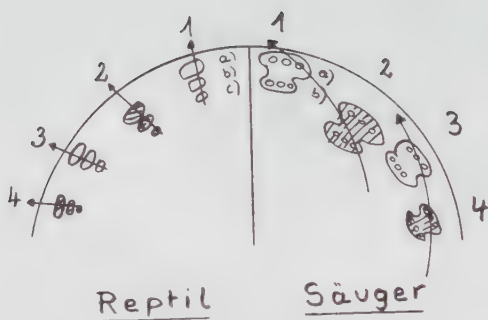


Abb. 4 Zahnentwicklung modifiziert nach BOLK

Erläuterung: 1,3 = äußere, erste Zahnreihe
 2,4 = innere, zweite Zahnreihe
 mit je drei (links) bzw. zwei (rechts)
 Generationen von Zähnen (a, b, c bzw. a, b)



Abb. 5 Grad 0 - Zähne M1, M2 und M3 ohne jede Andeutung des Tuberculum Carabelli



Abb. 6 Grad 0+ - Zahn 2/2 mit leichter Eindellung und Vorwölbung ohne deutliche Höckerabsetzung an typischer Stelle

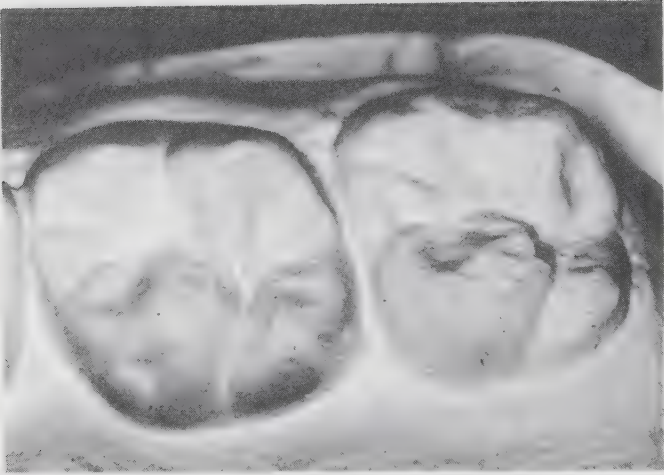


Abb. 7 Grad 1 - Zahn 6 mit Grübchen
Zahn 7 Grad 0

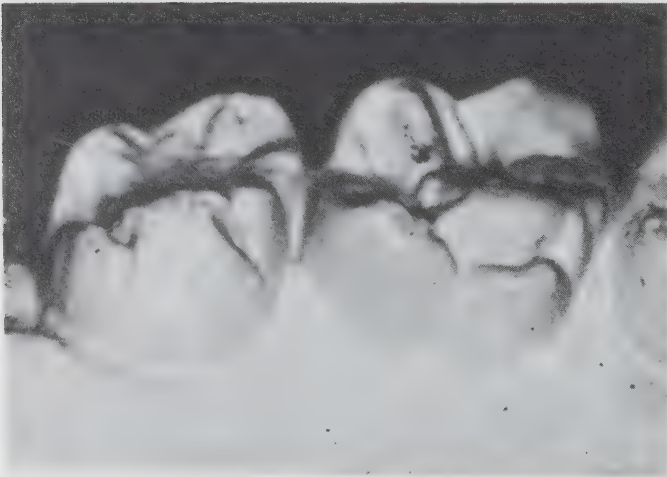


Abb. 8 Grad 2 - Zahn 6 mit kleinem Tuberculum Carabelli
bei Zahn 7 Übergang von Grad 1 in Grad 2



Abb. 9 Grad 3 - Zahn 6/ mit mittlerem Tuberculum Carabelli
Grad 0+ bei Zahn 7/



Abb. 10 Grad 4 - Zahn 6/ mit großem balkonförmigem
Tuberculum Carabelli

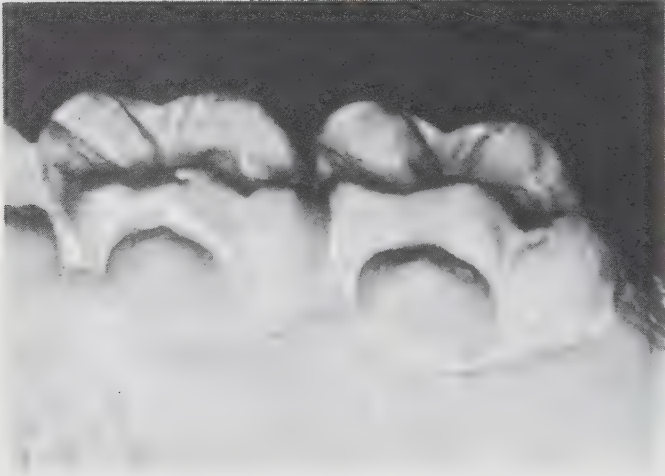


Abb. 11 Symmetrie an homologen m2 und M1 bezüglich des Tuberculum Carabelli

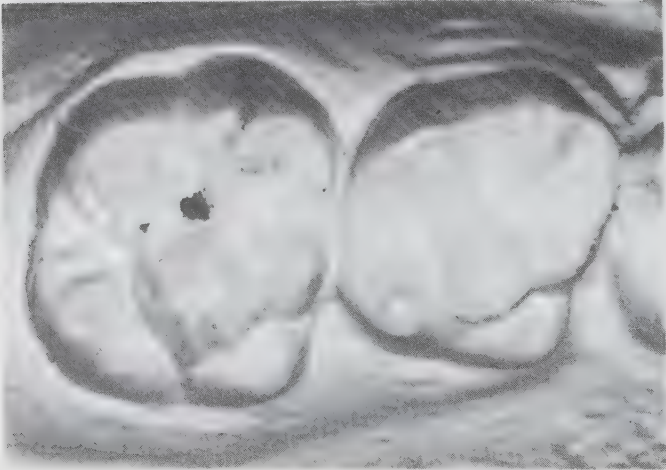


Abb. 11/1 Symmetrie an homologen m2 und M1 bezüglich des Tuberculum Carabelli

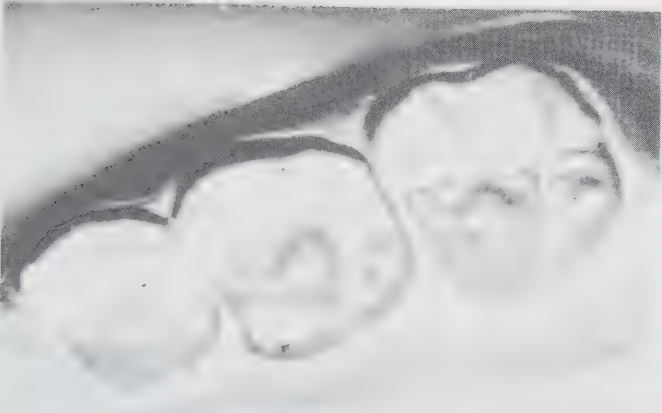


Abb. 12 Asymmetrie an homologen m2 und M1 bezüglich des Tuberculum Carabelli; m2 Grad 4, M1 Grad 0+



Abb. 14 Asymmetrische Ausbildung des Tuberculum Carabelli an homologen Zähnen des gleichen Individuums.
6/Grad 2, 16 Grad 1 - 7/Grad 4, 17 Grad 0



Abb. 17 Rechteckige mittlere obere Incisivi nach DIETZ



Abb. 18 Dreieckige mittlere obere Incisivi nach DIETZ

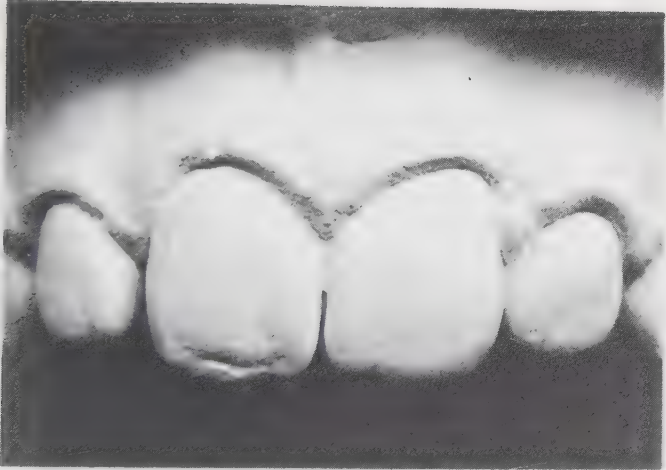


Abb. 19 Ovoide mittlere obere Incisivi nach DIETZ

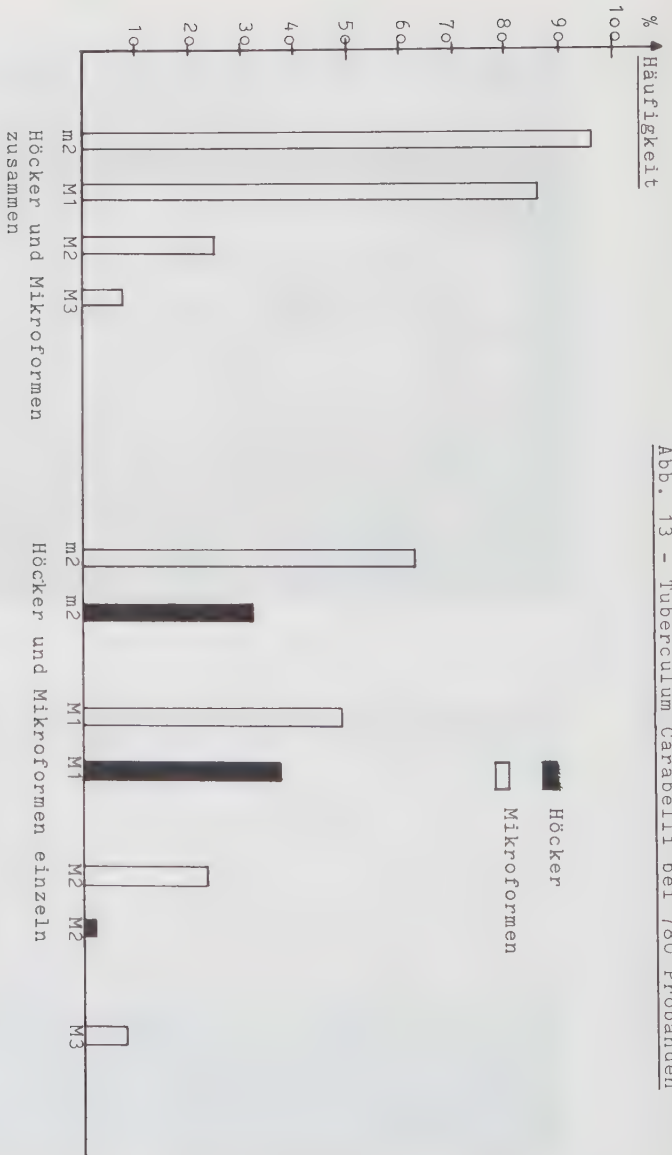
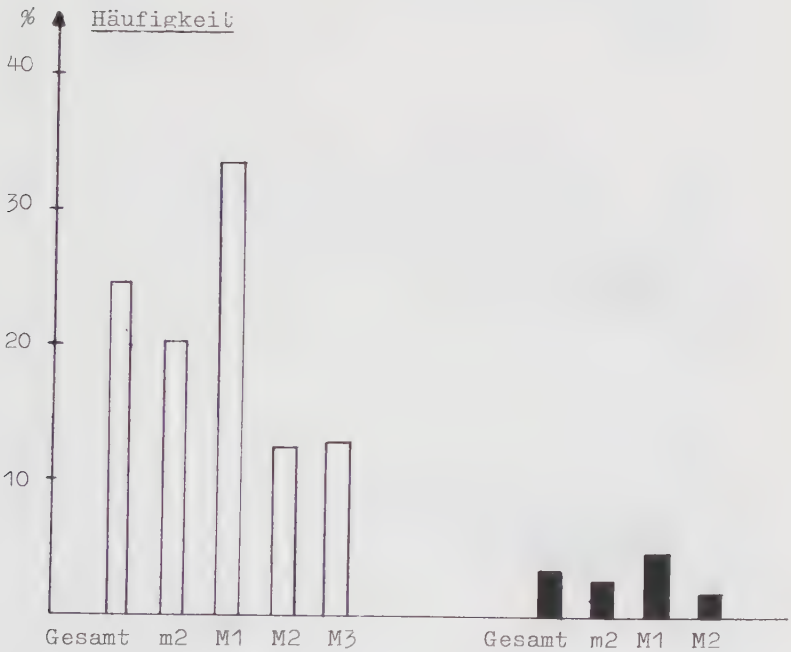


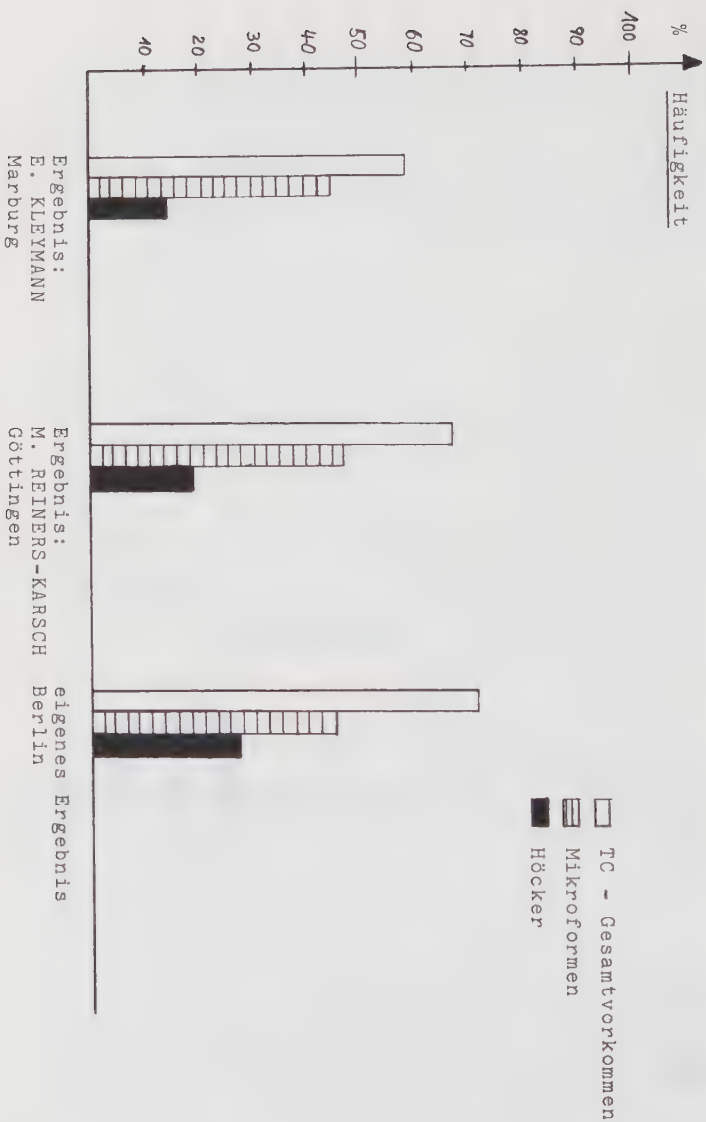
Abb. 15 Asymmetrische Ausbildung des Tuberculum
Carabelli - 1000 Fälle



□ Asymmetrie mit allen graduellen Differenzen

■ Deutliche und starke Differenzen, schwache Unterschiede von einem Grad vernachlässigt

Abb. 20



Ich danke Herrn Professor Dr. Christian Schulze
für die Überlassung des Themas sowie für die
Förderung und Unterstützung dieser Arbeit.

Lebenslauf

Geboren:	9.1.1940 in Berlin
Grundschule	1946 - 1952 in Berlin
Oberschule Technischen Zweiges	1952 - 1956 in Berlin
Ausbildung als Bürogehilfin im Kaufhaus DEFAKA und Besuch der Berufsschule für Verwaltung und Bürogehilfinnen	1956 - 1958 in Berlin
England, Frankreich	1959 - 1960
Kaufmännische Tätigkeit in verschiedenen Betrieben in Berlin	1960 - 1965
BERLIN-KOLLEG und Abitur	1962 - 1965
Studium der Betriebswirtschaftslehre an der FUB	Wintersemester 1965/66
Studium der Zahnheilkunde an der FUB	1966 - 1971
Bestallung als Zahnärztin	21.1.1972
Assistenz Zahnärztin und Vertretung in verschiedenen Praxen in Berlin und Schuls	1.2.1972 - 30.6.1975
Tätigkeit in eigener Praxis	seit 1.7.1975 in Berlin

